

Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias

Felipe Jorge Pais Pais · Julio de la Nuez et al. · Ricardo T. Génova-Santos & María A. Varela
Arnoldo Santos Guerra · Félix M. Medina

La Palma

Agua, tierra, fuego y cielo



Actas XIII Semana Científica Telesforo Bravo

La Palma

Agua, tierra, fuego y cielo

Editado
por
Julio Afonso-Carrillo

Actas XIII Semana Científica Telesforo Bravo
INSTITUTO DE ESTUDIOS HISPÁNICOS DE CANARIAS
2018

© Los autores
© De esta edición: 2018, Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias,
C/. Quintana, 18. Puerto de la Cruz, Tenerife,
Islas Canarias, E-38400.
www.iehcan.com

Diseño de la cubierta:
:rec retoque estudio creativo
www.retoqueec.com

Primera edición: septiembre 2018

Imprime:
Litografía La Palma
C/ El Galión 18 - 38700 Santa Cruz de La Palma
CIF: B38340501

Depósito Legal: TF 791-2018

ISBN: 978-84-09-04922-6

Presentación

La Naturaleza representa el principal atractivo de La Palma, la más noroccidental de las islas del archipiélago canario. Y en La Palma su medio natural se nos muestra en muchos aspectos especialmente grandioso. A pesar de tratarse de una isla bastante joven desde el punto de vista geológico, es bastante alta y en el archipiélago solo es superada en altura por Tenerife. Su agreste silueta parece elevarse soberbia y casi con brusquedad desde los fondos del océano. Sus valores naturales fueron internacionalmente reconocidos cuando en 2002 la totalidad de la isla fue declarada Reserva de la Biosfera. Entraba así a formar parte del selecto grupo de islas canarias, junto con Lanzarote y El Hierro, reconocidas por la UNESCO con esta figura de protección.

Este reconocimiento de la UNESCO para el conjunto de la isla es un valioso logro conseguido en sucesivas etapas. Se inició en 1983 cuando algo más de 500 hectáreas de la finca “El Canal y Los Tiles” en el municipio de San Andrés y Sauces ocupada por una magnífica representación del monte verde canario, bosque relicto de la Era Terciaria, recibió este reconocimiento internacional. Se establecía de este modo la Reserva de la Biosfera de dimensiones más reducidas del estado español. En 1998 se amplió el territorio declarado, integrando a los municipios del arco noreste de la isla, lo que suponía el 16 % de la superficie insular. Más tarde, en la Sesión Plenaria del Consejo Internacional de Coordinación de la UNESCO de 2002, fue cuando se declaró la totalidad del territorio insular como la Reserva Mundial de la Biosfera La Palma. Y finalmente, en 2004, se aprobó una nueva ampliación, para incluir la parte marina.

Una prueba de la excepcional naturaleza de la isla la ofrece el alto porcentaje de superficie insular (35 %), legalmente considerada como Espacio Natural Protegido. El más antiguo de ellos es el Parque Nacional de La Caldera de Taburiente, declarado en 1954, y que impresiona por su

soberbia belleza paisajística. Numerosas erupciones volcánicas, grandes deslizamientos gravitacionales y la acción erosiva del agua han ido modelando su geomorfología. El resultado es la majestuosa espectacularidad geológica de esta enorme depresión que alcanza casi dos mil metros de desnivel y casi ocho kilómetros de diámetro, que se abre hacia el suroeste por el profundo Barranco de Las Angustias, y que alberga un alto porcentaje de la biota exclusiva de la isla. Aunque el pinar es la formación dominante, tanto los matorrales de cumbre como la vegetación rupícola, son los hábitats de un considerable número de auténticas joyas de la botánica canaria. A las pretéritas ordenanzas del Heredamiento de las Haciendas de Argual y Tzacorte, que prohibieron la tala de árboles en el interior de La Caldera para preservar la cubierta arbolada y proteger de este modo los nacientes y cursos de agua, se debe buena parte del grado de naturalidad con la que este amplio territorio ha llegado a nuestros días. El pequeño torrente que discurre por su interior, es en la actualidad la única corriente de agua continua que subsiste en las islas Canarias.

Pero además, la isla de La Palma alberga otras diecinueve áreas cuyos valores naturales han merecido protección regulada dentro de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos. Estos espacios están sometidos diferentes grados de protección, de acuerdo con su categoría. Se trata de Parques Naturales como Cumbre Vieja o Las Nieves; Reservas Naturales Especiales como Guelguén; Reservas Naturales Integrales como el Pinar de Garafía; Paisajes Protegidos como El Remo, Tamanca, Barranco de Las Angustias o El Tablao; Monumentos Naturales como Idafe, Cueva de las Palomas, Volcanes de Teneguía, Barranco del Jurado, Costa de Hiscaguán, Risco de la Concepción, Volcanes de Aridane o Montaña del Azufre; y Lugares de Interés Científico como las Salinas de Fuencaliente, el Barranco del Agua o Juan Mayor. También la Red Natura 2000, red europea de conservación de hábitats y biodiversidad, incluye treintidos Zonas Especiales de Conservación y ocho Zonas de Especial Protección para las Aves, palmeras. Finalmente, La Palma cuenta también con una Reserva Marina de interés pesquero en el litoral suroeste de la isla.

Por todo esto, escribir sobre La Palma es escribir sobre la Naturaleza. Una Naturaleza que combina en los paisajes de la isla tres colores principales, el negro del basalto y de las lavas de los malpaíses, el verde de la densa cubierta vegetal y el intenso azul que comparten el océano Atlántico y el límpido cielo palmero.

Es tratar del **agua**, el muypreciado bien de un territorio principalmente árido, como es el canario. Es tratar de una **tierra** fértil enriquecida por los aportes que el vulcanismo regala a los suelos en forma de nutrientes y que sustenta a los primeros productores de una biodiversidad singular. Es tratar del **fuego** que surge con cierta frecuencia de sus entrañas, que crea territorio y que también lo destruye, y que ofrece a los ojos de los humanos uno de

los espectáculos naturales más grandiosos: el volcán en erupción. Y escribir de La Palma es también mirar al exterior, a ese Universo del que somos una parte insignificante, desde ese excepcional mirador al **cielo** ubicado en las cumbres de la isla. Telesforo Bravo también fue fascinado por la naturaleza palmera, y se interesó principalmente por las temáticas relacionadas con su formación en Ciencias Naturales: su agua, su tierra y su fuego.

En un archipiélago como el canario donde el **agua** dulce es un elemento escaso, La Palma marca las diferencias, albergando zonas en las que el agua continúa siendo relativamente abundante, contando con numerosos manantiales e incluso con pequeños cursos naturales que sustentan unos hábitats que son excepcionales en Canarias.

La vinculación del profesor Telesforo Bravo con la isla de La Palma no solo fue duradera en el tiempo, sino que además fue enormemente provechosa. Es principalmente en la vertiente vinculada con el agua en la que resulta más evidente la admiración con la que Bravo es recordado en la isla. Para muchos palmeros, Telesforo Bravo constituye la representación del científico cercano, el sabio ‘buscador de agua’ que conocía e interpretaba como nadie las entrañas del subsuelo de la isla, y al que además se suele vincular en parte con el éxito del desarrollo agrícola de la isla. Telesforo asesoró con acierto a numerosas comunidades de aguas en la búsqueda y en la gestión de recursos hídricos, y por supuesto, también a muchas instituciones insulares, sobre los más variados asuntos relacionados con el territorio. Pero mención especial merecen sus contribuciones a la compleja hidrogeología de La Caldera de Taburiente, en la que se integran aguas de escorrentía, aguas estacionales y aportes de manantiales naturales, que discurren por el interior de La Caldera. Estos recursos, que sin duda fueron ya utilizados por los antiguos pobladores de la isla, cuentan con numerosos testimonios documentales en los que se detallan su utilización y aprovechamiento colectivo desde los primeros años después de la conquista.

Jácome de Monteverde fue el último propietario unipersonal de La Caldera de Taburiente, y sus herederos crearon en 1557 el Heredamiento de las Haciendas de Argual y Tazacorte, que desde entonces es la entidad propietaria de los terrenos y las aguas de La Caldera. Ahora cuenta con más de dos mil hacendados, y es la institución responsable de captar, conducir, distribuir, administrar y defender sus aguas. Por eso, a mediados del pasado siglo saltó la alarma cuando se constató que los caudales en algunos de los nacientes naturales estaban disminuyendo de manera significativa, con la pérdida incluso de algunos manantiales. La merma en los nacientes estaba afectando, por un lado, a la gestión del agua para regadío, y por el otro, a los hábitats relacionados con los cursos naturales de agua corriente del Parque Nacional, que son tan excepcionales en el conjunto de las islas Canarias. Fue en ese momento cuando se contactó con Telesforo Bravo

para que realizara un estudio hidrogeológico de La Caldera de Taburiente con el propósito de determinar las causas que provocaban la caída en los caudales y buscar las oportunas soluciones para recuperarlos.

A principios de los años sesenta, los geólogos Telesforo Bravo y Juan Coello iniciaron el trabajo de campo en el interior de La Caldera, tomando muestras, levantando croquis, cartografiando todos aquellos elementos geológicos que pudieran ser útiles para entender su subsuelo. El primer objetivo pretendía realizar una evaluación del estado de los recursos hídricos, puesto que se sospechaba que la pérdida de agua en el interior de La Caldera podía estar vinculada con la proliferación de galerías que se estaban perforando desde el exterior del Parque Nacional en dirección a La Caldera. Debido a las considerables dificultades que había que superar para acceder a muchas zonas del parque, los senderos eran recorridos a pie, en aquellos puntos en los que no se podía avanzar a lomos de las mulas. De esta manera, los geólogos y sus acompañantes se fueron desplazando por los escarpados senderos de La Caldera en agotadoras jornadas de trabajo de campo, que como es fácil imaginar, no estaban desprovistas de peligros.

Fruto de las investigaciones de Bravo y Coello se fue profundizando en el conocimiento hidrológico de La Caldera de Taburiente y en las particulares características de su acuífero, que es una consecuencia de las singularidades geológicas, orográficas y climáticas que convergen en la isla de La Palma. Su amplia superficie, la abundante vegetación y la elevada pluviometría invernal, han convertido a La Caldera en la principal cuenca de la isla. Geológicamente, La Palma consta un zócalo impermeable (Complejo Basal) por encima del cual se formaron enormes estratovolcanes (los edificios Taburiente I y Taburiente II) que lo cubrieron bajo centenares de metros de coladas y de escorias. Por encima de los terrenos del Complejo Basal y dentro de los materiales de los estratovolcanes se encuentra el acuífero, magistralmente caracterizado por Bravo y Coello. Está situado por encima de los 1200 m s.n.m., con forma de medio aro abierto hacia el sur, limitado lateralmente por piedemontes impermeables, y sobreelevado por una tupida red de diques volcánicos. Los aportes regulares de agua ligados a la elevada pluviometría que tiene lugar en las cumbres se encargan de la recarga del acuífero, que alimenta los nacientes de La Caldera de Taburiente y Marcos y Cordero. En el Plan Hidrológico Insular se reconoció la valiosa contribución de ambos geólogos y designó a este acuífero con el nombre de “COEBRA”.

En los informes geológicos elaborados por Bravo y Coello se sugería de forma vehemente la conveniencia de perforar siete galerías en distintos sectores de las paredes Oeste y Norte del interior de La Caldera, con el propósito de asegurar que continuara corriendo agua por los barrancos de La Caldera. La ejecución de estas galerías perseguía evitar la pérdida de caudal puesto que la merma de los nacientes se relacionaba con las

perforaciones llevadas a cabo en las laderas exteriores que explotaban los acuíferos que nutrían estos manantiales, pero podría suponer la pérdida de algunos de estos nacientes.

También en estos informes se introducía un concepto que posteriormente ha resultado de utilidad para regular el exceso de caudal alumbrado. Se trata del cierre artificial de las galerías, con el que se embalsa el agua tras un muro o cierre, permitiendo de este modo, la regulación del caudal que sale por la bocamina. La técnica de cierre se ha ido perfeccionando con los años dando los resultados esperados, y el cierre artificial de galerías se ha incorporado como recomendación en varios Planes Hidrológicos Insulares, siendo una solución relativamente asequible para comunidades que son excedentarias de agua durante el invierno. El cierre artificial de una galería se realiza mediante un muro de hormigón en los diques volcánicos previamente perforados al realizar la galería. Al restaurar el dique como cierre hidráulico provisto de compuerta de acero y tuberías con válvulas y manómetro, es posible conocer el volumen de agua acumulada y de este modo realizar una liberación regulada de caudal. Se consigue así que durante los periodos en los que las lluvias son frecuentes el agua se acumule en el subsuelo recargando el acuífero, para posteriormente hacerla disponible durante los meses de verano. Bravo y Coello planificaron el cierre de galerías basados en su profundo conocimiento de la geología de La Caldera. También planificaron infraestructuras hidráulicas para Las Haciendas, entre ellas el Tomadero de Dos Aguas y el canal Dos Aguas-Los Barros.

La **tierra** de los palmeros tiene contorno aproximadamente triangular, con una superficie ligeramente superior a 708 km², marcadamente abrupta superando los 2400 m de altitud. Los aborígenes palmeros la denominaban *Benahoare* ("mi patria"), de manera que el término *benahoarita* se ha generalizado para denominar a sus primitivos pobladores. Estos primeros habitantes de La Palma procedían de algunas tribus bereberes del noroeste de África, con las que son claros los paralelismos culturales. Vivían principalmente en cuevas de los barrancos en las zonas medias y cerca de la desembocadura.

Eran pastores trashumantes que criaban cabras, ovejas y cerdos, ayudados por perros, todos introducidos desde el continente. En el invierno los rebaños permanecían en las zonas bajas y medias, ascendiendo hasta las cumbres durante verano. Con las raíces de algunos helechos elaboraban un tipo de gofio, que consumían con caldo de carne o con leche. En su dieta se incluían también plantas y frutos como los dátiles, bicácaros, varios frutos del monte verde, y los piñones del pino canario. La pesca (viejas y sargos) y el marisqueo (lapas y burgados) también fueron muy importantes en su dieta.

Los estudios modernos indican que la población en el momento de la conquista era de algo más de dos mil habitantes, cifra que parece concordar con la capacidad de carga de una sociedad eminentemente pastoril. En las épocas de escasez el infanticidio era utilizado por los aborígenes como mecanismo de control de la población. Cuando en septiembre de 1492 Alonso Fernández de Lugo desembarcó en Tzacorte con novecientos soldados, la isla estaba subdividida en doce cantones cada uno con su respectivo señor, sin ninguna superestructura por encima de estas unidades. La resistencia en la isla fue escasa, con la salvedad del bando de Aceró liderado por Tanausú que se hizo fuerte en La Caldera de Taburiente, hasta mayo de 1493 en que fue apresado, y se dio por concluida la conquista de la isla de La Palma.

A los colonizadores españoles se unieron portugueses, genoveses, franceses y flamencos atraídos por las fértiles tierras de cultivo y las posibilidades de comercio con América. Se mezclaron con los indígenas y se dedicaron principalmente a la agricultura, en sucesivos monocultivos reemplazados tras sus respectivas crisis (caña de azúcar, vid, miel, tabaco, seda, cochinilla, plátanos), y que generaron grandes fortunas entre los comerciantes que controlaban la actividad. El comercio con América permitió el desarrollo del puerto de Santa Cruz de La Palma y el de sus astilleros, lo que atrajo a muchos comerciantes extranjeros y también a los piratas deslumbrados por los tesoros que llegaban desde América. El pueblo llano sin embargo, se mantenía en la pobreza, ajeno a las riquezas generadas por la isla. En la actualidad, con algo más de 80 mil habitantes, la economía palmera depende en gran medida del plátano, y tiende a diversificarse principalmente hacia el sector turístico.

La Palma es **fuego**, tal como lo evidencia la relativamente frecuente actividad volcánica que ha registrado hasta siete erupciones en el periodo histórico, todas ellas emplazadas en el edificio volcánico de Cumbre Vieja: Tacande (1470/1492), Tihuya (1585), Martín (1646), San Antonio (1677), El Charco (1712), San Juan (1949) y Teneguía (1971).

La enorme valoración que los palmeros han profesado por Telesforo Bravo resultó evidente durante la erupción del Teneguía en 1971, en la que fue el primer geólogo en acudir a la isla. Desde el primer momento intervino con el propósito de tranquilizar a la población, convenciéndola de que no se trataba de una erupción peligrosa. El 21 de octubre hacia el mediodía comenzaron los primeros temblores de tierra que se percibieron en la mayor parte de la isla, aunque fueron particularmente fuertes en Fuencaliente. Los movimientos sísmicos continuaron durante todo el día, acompañados con desprendimientos de piedras que cortaron algunas carreteras, y con extraños ruidos procedentes del subsuelo. A los más ancianos este conjunto de acontecimientos les recordaban los sucesos que habían tenido lugar en los días previos al nacimiento del volcán de San Juan

en 1949. Pero la población estaba realmente alarmada. Telesforo confirmó ante la prensa que estos movimientos sísmicos podían ser el preludio de una erupción volcánica, y que los ruidos podían estar relacionados con la lava que se abría paso desde las zonas más profundas hacia la superficie. Los medios de comunicación se hicieron eco de la posibilidad del nacimiento de un volcán, pero las crónicas de la época cuentan que esa noche, muchos de los habitantes de los Llanos de Aridane dejaron sus casas y durmieron al aire libre o en sus coches, recelosos con los frecuentes temblores. Pasado el mediodía del 26 de octubre emergió el nuevo volcán acompañado de considerables ruidos subterráneos y explosiones. Los que se acercaron a la zona comprobaron las dos bocas diferentes de las que surgía fuego, piedras y columnas de humo. Se evacuaron los caseríos de Los Quemados, Las Indias y Las Caletas, y la población se sintió aliviada ya que el lugar por donde había surgido el nuevo volcán estaba deshabitado y las coladas de lava avanzaban lentamente hacia el mar.

Conocido el inicio de la erupción, Telesforo suspendió sus clases en la universidad de La Laguna y se trasladó a La Palma el mismo día 26 de octubre, acompañado por alguno de sus estudiantes. Ante la inminencia de la erupción, Telesforo había mantenido informados vía telefónica a sus colegas de la universidad Complutense de Madrid. Así que los geólogos José María Fúster y Alfredo Hernández-Pacheco, profesores de Petrología de dicha universidad, fueron junto con Telesforo, los primeros científicos en acudir hasta el nuevo volcán. En sus primeras declaraciones Telesforo ya adelantó que las características del nuevo volcán parecían coincidir con las de las últimas erupciones históricas de la isla, que tuvieron periodos eruptivos bastante cortos, de entre uno y dos meses. Telesforo regresó a Tenerife el 2 de noviembre, cuando la actividad del volcán parecía estabilizada, para incorporarse a su labor académica en la universidad de La Laguna. Al siguiente día impartiría una primera conferencia sobre el Teneguía ante un auditorio universitario ansioso de conocer los pormenores de la erupción.

El 18 de noviembre se dio por finalizada la erupción tras 24 días de actividad. Muchos años después al recordar Hernández-Pacheco esta erupción, destacaba que el fenómeno supuso un importante cambio de actividad en una isla que allá por 1971 carecía prácticamente de turismo y de muchas infraestructuras. Aunque inicialmente provocó inquietud entre los palmeros, luego se comenzó a percibir como un beneficio. De modo que durante varias semanas Fuencaliente comenzó a recibir curiosos y medios de comunicación. Además de una oportunidad única de estudiar un fenómeno geológico singular, el Teneguía fue una fuente de riqueza con emisión de materiales volcánicos que hicieron crecer la superficie de La Palma en un área que Telesforo Bravo cuantificó en su "Diario de la erupción del Teneguía" en unos dos millones de metros cuadrados, que

posteriormente serían declarados Monumento Natural por la Ley de Espacios Naturales de Canarias.

A principios de los años sesenta Telesforo Bravo fue un pionero atribuyendo la formación de los grandes valles de Tenerife a imponentes deslizamientos gravitacionales. Aunque sus ideas no fueron inicialmente aceptadas por la comunidad científica, por los años noventa las evidencias encontradas en los fondos oceánicos confirmaron de manera inequívoca la existencia de varios grandes deslizamientos gravitacionales en el flanco norte de la isla de Tenerife. Ahora se conoce que estos fenómenos catastróficos han afectado a todas las islas del archipiélago canario. La Palma, por su juventud, su altura y su pequeña base es firme candidata a generar en el futuro un cataclismo de este tipo. Pero los científicos más prestigiosos en este campo, reunidos en La Palma en 1997, concluyeron que no existía un riesgo natural con necesidad de atención, puesto que la isla todavía no había alcanzado un nivel equiparable al de otros edificios que se habían derrumbado. Sin embargo, varios años después fue publicado un alarmista artículo científico en el que mediante un modelo informático se desarrollaban las consecuencias de un deslizamiento gravitacional en Cumbre Vieja con la formación de un gigantesco tsunami. Cuando le preguntaron a Telesforo Bravo acerca de estas tesis catastrofistas que arrasaría la costa oriental de Estados Unidos, su primera reacción fue recomendar a los palmeros que se compraran una tabla de surf porque así podrían viajar gratis a América. Era su socarrona manera de combatir el sensacionalismo y el amarillismo científico.

Pero La Palma es también su **cielo**. La isla puede presumir de tener un cielo para la observación astronómica que ha sido internacionalmente reconocido como uno de los mejores cielos del mundo. Pero a la calidad de sus condiciones naturales, se une también el compromiso de los palmeros para conservar su cielo. La calidad para la observación nocturna de sus cumbres, que han dado relevancia y prestigio al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), se mantiene también gracias a la denominada “Ley del Cielo” (Ley sobre la Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC) aprobada en octubre de 1988 por el Parlamento Español. Fue la primera Ley en el mundo diseñada para la conservación del cielo con el propósito de evitar los efectos adversos de la luz artificial. Gracias a esta Ley, el observatorio del Roque de Los Muchachos es un referente mundial para la observación nocturna.

La Ley del Cielo abarca cuatro aspectos fundamentales (contaminación lumínica, radioeléctrica, aérea y atmosférica), que la convierten en la ley más completa en protección de la calidad astronómica a nivel mundial. El principal de ellos es la contaminación lumínica que protege al Observatorio del Roque de los Muchachos y afecta a toda la isla y a la parte de Tenerife que tiene visión directa con La Palma. Para su aplicación fue necesario

contar con los fabricantes de luminarias para que los dispositivos de alumbrado cumplieran con la nueva Ley. De este modo, toda nueva instalación de alumbrado exterior requiere un informe técnico preceptivo emitido por el IAC, certificando que la nueva instalación cumple la normativa. El IAC inició y ha desarrollado una nueva forma de entender la iluminación de exteriores que se ha ido extendiendo por todo el mundo. Contar con el alumbrado adecuado, supone ahorro energético, reducción del impacto ambiental y cielos limpios.

Los palmeros son conscientes del valor de su cielo. En Abril de 2007, con ocasión de la Conferencia Starlight, apoyada por UNESCO, IAC, RB La Palma, IAU, y numerosas entidades nacionales e internacionales, se aprobó la Convocatoria de La Noche Mundial en defensa del cielo nocturno y el derecho a observar las estrellas, como parte del patrimonio cultural, ambiental y científico. Así, la UNESCO estableció la celebración anual de la *Noche Mundial en Defensa de la luz de las Estrellas* los 20 de abril de cada año. Y en diciembre de 2012 se le concedió a La Palma la certificación de Reserva y Destino Turístico Starlight. El primer lugar del mundo que recibía este reconocimiento.

En base a todos estos argumentos esta fue la temática elegida para desarrollar el ciclo de conferencias dedicado a Telesforo Bravo, organizado conjuntamente por el INSTITUTO DE ESTUDIOS HISPÁNICOS DE CANARIAS y la FUNDACIÓN TELESFORO BRAVO – JUAN COELLO. Como en años anteriores, la Semana Científica desarrolló su programa en el salón de actos de nuestra sede, entre el lunes 6 y el viernes 10 de noviembre, con sesiones diarias de 19:30 a 21:00 horas. La programación se inició con la presentación del ciclo realizada por Jaime Coello Bravo y Julio Afonso Carrillo, que detallaron las peculiaridades, tanto de la programación científica, como del libro de actas de las conferencias del año precedente, que bajo el título “*Investigando el mar: viaje al planeta agua*” fue presentado formalmente en ese acto.

Las conferencias impartidas en la XIII Semana Científica Telesforo Bravo fueron las siguientes:

Lunes, 6 noviembre 2017.

Jorge Pais Pais: “El uso del agua entre los benahoaritas”.

Martes, 7 noviembre 2017.

Julio de la Nuez Pestana: “La Palma: desde las entrañas hasta la piel de un volcán”.

Miércoles, 8 noviembre 2017.

Ricardo Tanausú Génova Santos: “Estudio de las ondas gravitacionales desde los observatorios Astrofísicos de Canarias”.

Jueves, 9 noviembre 2017.

Arnoldo Santos: “Singularidades botánicas de la isla de La Palma”.

Viernes, 10 noviembre 2017.

Félix Manuel Medina Hijazo: “Fauna de la isla de La Palma: estado de conservación y gestión”.

La presente publicación está basada en los contenidos desarrollados en cada una de estas conferencias.

En la primera sesión, Jorge Pais Pais, arqueólogo, jefe de la Unidad de Patrimonio Histórico y Director del Museo Arqueológico Benahoarita del Cabildo Insular de La Palma, nos ilustró acerca del modo en que utilizaban el agua los primitivos pobladores de La Palma. Nos explicó que la abundancia o escasez de agua, resulta decisiva para explicar el hábitat y los asentamientos benahoaritas por la isla, tanto en las zonas ricas en agua (norte, noreste y este), como en el resto, donde es más escasa o inexistente. Los aborígenes palmeros utilizaban una serie de métodos para disponer del agua tanto en momentos de abundancia como durante las sequías. Pais nos mostró que algunos de ellos se han conservado hasta nuestros días, puesto que conforme llegaba el verano, y las fuentes y nacientes se iban secando recurrían tanto a sistemas de almacenaje y, probablemente, a restricciones. Para Pais el agua era tan vital para los benahoaritas que gran parte de sus creencias mágico religiosas están relacionadas con ritos propiciatorios de lluvias realizadas en grabados rupestres, canalillos, cazoletas, y en torno a los amontonamientos de piedras.

En la segunda sesión, Julio De la Nuez Pestana, geólogo de la Universidad de La Laguna, nos ilustró sobre el conocimiento que se tiene en la actualidad sobre la geología de La Palma, de acuerdo con recientes publicaciones y con contribuciones de su propio grupo de investigación de las dos últimas décadas. De la Nuez nos explicó que La Palma se encuentra en su etapa de crecimiento juvenil, lo que supone que el relieve que se ha ido construyendo a lo largo de centenares de miles de años, periódicamente se destruye bruscamente por rápidos procesos de descarga de los edificios volcánicos mediante enormes deslizamientos gravitacionales. La Palma es la única isla del Archipiélago Canario en la que afloran tanto las partes más profundas y más antiguas del edificio submarino como las formaciones volcánicas más recientes, que llegan hasta el presente con erupciones de tan solo algunas décadas. En la preparación del artículo también participaron otros investigadores integrantes del equipo (Ramón Casillas Ruiz, Juan Ramón Colmenero Navarro, Carlos Fernández Rodríguez, Réka Lukács, Szabolcs Harangi y Fred Jourdan), que de este modo también se suman a este libro homenaje a Telesforo Bravo.

En la tercera sesión, Ricardo Tanausú Génova Santos, astrofísico, investigador del Instituto Astrofísico de Canarias (IAC), dedicó su intervención a presentarnos las singulares características de los Observatorios Astrofísicos de Canarias para seguidamente centrar la conferencia en los aspectos más significativos de las ondas gravitacionales, un tema de marcada actualidad científica. De acuerdo con Génova las ondas gravitacionales abren una nueva era en el conocimiento del Universo puesto que hasta este momento toda la información que tenemos del cosmos se debe a la luz en sus diferentes longitudes de onda (visible, infrarroja, ondas de radio, rayos X) y las ondas gravitacionales permiten conocer lo que está pasando donde hasta ahora no veíamos nada, como en los agujeros negros. Para el artículo aquí publicado, Génova ha preferido, con el propósito de mantener una mayor homogeneidad con la temática del libro, desarrollar las características de los observatorios canarios que por su calidad ocupan una posición privilegiada entre los mejores del mundo. Para ello ha contado con la colaboración de María Antonia Varela, también Astrofísica del IAC, que de este modo se incorpora a este homenaje al profesor Bravo. En su artículo, además de explicarnos las peculiaridades naturales de estos observatorios, nos recordó los orígenes y el desarrollo de la astronomía en Canarias, finalizando con la situación del IAC en la actualidad y los principales telescopios instalados en los observatorios del Teide y Roque de Los Muchachos.

Arnoldo Santos, biólogo, ex Jefe de la Unidad de Botánica del Jardín de Aclimatación de La Orotava intervino en la cuarta jornada y nos documentó sobre la flora de La Palma. Nos mostró que para entender las singularidades botánicas de una isla tan joven, es necesario mantener su vinculación con otras peculiaridades que condicionan las características de su biota. Tal es el caso de su localización geográfica y su reciente formación geológica, lo que supone una situación poco favorable por haber contado con un tiempo todavía reducido para el proceso de colonización de los nuevos territorios, para la expansión en ellos y para dar lugar a nuevas especies, subespecies o variedades. Santos nos explicó que en este proceso evolutivo que conduce a la diferenciación de nuevos taxones, han intervenido tanto factores bióticos como abióticos, entre ellos la climatología y la orografía, sin dejar de considerar las repercusiones de dos milenios de poblamiento humano.

En la quinta sesión, Félix Manuel Medina Hijazo, biólogo del Servicio de Medio Ambiente del Cabildo Insular de La Palma nos presentó una detallada visión de la fauna vertebrada palmera y de su estado de conservación. Los vertebrados constituyen solo el 2,3% del total de especies animales en La Palma, y Medina nos mostró la problemática de las diferentes especies de vertebrados, tanto autóctonas como introducidas, con un recorrido por peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, destacando a

las aves que cuentan con un total de 52 especies nidificantes en la isla. Medina explicó que la introducción de especies exóticas invasoras constituye la principal amenaza para la conservación de la biodiversidad de La Palma y dedicó un amplio espacio a discutir el problema de especies como la cotorra de Kramer, el arruí, el gato asilvestrado o la ardilla moruna. Concluyó señalando que aunque la mayoría de los vertebrados se encuentran en un estado de conservación favorable, existen algunas especies amenazadas.

El ciclo de conferencias y el presente libro han contado con el patrocinio de la FUNDACIÓN DISA, cuyos proyectos de carácter científico, divulgativo e investigación concuerdan con objetivos de la Semana Científica Telesforo Bravo. Nuestra sincera gratitud por la sensibilidad que la FUNDACIÓN DISA ha mostrado hacia esta iniciativa del IEHC.

Para llevar a cabo esta publicación ha sido esencial la colaboración de todos los conferenciantes, que aceptaron la invitación para participar en la semana científica, y han preparado desinteresadamente los artículos que aparecen publicados en estas páginas. También queremos dejar constancia de la participación en la organización del ciclo de Nicolás Rodríguez, Jerónimo de Francisco Navarro, Iris Barbuzano Delgado, Jaime Coello Bravo y el autor de estas líneas.

Como en ciclos anteriores, la masiva asistencia de público en cada jornada dejó patente el cariño con que cada año es acogido este ciclo. El agradecimiento del IEHC a todos los asistentes. El presente libro persigue mantener vivo el recuerdo y ser un homenaje de reconocimiento del IEHC hacia Telesforo Bravo.

Julio Afonso Carrillo
Vicepresidente de Asuntos Científicos del IEHC

ÍNDICE

Págs.

-
1. **El uso del agua entre los benahoritas,**
por FELIPE JORGE PAIS PAIS 17 – 43
 2. **La Palma: desde las entrañas hasta la piel de un volcán,**
por JULIO DE LA NUEZ PESTANA, RAMÓN CASILLAS RUIZ, JUAN
RAMÓN COLMENERO NAVARRO, CARLOS FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ,
RÉKA LUKÁCS, SZABOLCS HARANGI Y FRED JOURDAN 45 – 82
 3. **El cielo de Canarias: una ventana al Universo,**
por RICARDO TANAUSÚ GÉNOVA SANTOS Y MARÍA ANTONIA
VARELA 83 – 112
 4. **Singularidades florísticas de la isla de La Palma,**
por ARNOLDO SANTOS GUERRA 113 – 163
 5. **Fauna vertebrada en la isla de La Palma: estado de
conservación y gestión,**
por FÉLIX MANUEL MEDINA 165 – 193

1. El uso del agua entre los benahoaritas

Felipe Jorge Pais Pais

Doctor en Arqueología por la Universidad de La Laguna

La Palma, también denominada la “Isla Verde”, da la impresión de que es muy rica en aguas superficiales que permiten el crecimiento de frondosos bosques de laurisilva y pinares. Sin embargo, tal abundancia es bastante engañosa, puesto que esa consideración solo es cierta para zonas muy concretas del norte y noreste debido a la acción directa de los alisios. La riqueza en este importante recurso natural se debe, fundamentalmente, a las perforaciones de las galerías de agua, cuyos inicios no se remontan más allá de 60-70 años. Antes de esas fechas, el aprovisionamiento de agua era un verdadero problema para la inmensa mayoría de los palmeros. Esa carestía sería, aún, mucho más acuciante durante la época aborígen, cuando el único suministrador fiable del líquido elemento no era otro que la lluvia caída del cielo. Evidentemente, su abundancia o escasez dependía, en última instancia de infinidad de factores: 1) Las condicionales climáticas imperantes cada año; 2) El lugar donde estaban los asentamientos, tanto permanentes como estacionales y 3) la época del año en que nos encontremos.

Introducción

No obstante, debemos tener presente que en las Canarias Occidentales, así como Gran Canaria, la actual escasez de agua y precariedad de los bosques se debe, esencialmente, a las talas y “rosas” realizadas en la época histórica lo cual, a su vez, provoca un incremento de la sequedad al

disminuir el grosor de la capa freática, con lo cual el caudal de muchas fuentes, antaño permanentes o estacionales, se ha resentido notablemente. Esta situación, en la actualidad, se está produciendo en la “Isla Bonita” debido, fundamentalmente, a la sobreexplotación del acuífero, de tal forma que fuentes muy ricas en agua, que no se secaban completamente durante las sequías más fuertes, ahora mismo apenas si conservan rastros de su pasado esplendor, y no solo en la parte sur de la isla, más árida, sino también en las zonas de costa y medianías del norte y noreste insular.

Esta escasez de aguas, aunque nos parezca extraña, ya era planteada por los documentos etnohistóricos, desde los más antiguos, a los más recientes (Leonardo Torriani, Tomás Arias Marín de Cubas, etc.). Tal es así que J. Abreu Galindo señalaba, explícitamente, que “*Esta isla de La Palma es falta de aguas...*” (1977: 263). No obstante, debemos tener en cuenta que estas referencias bibliográficas son bastante contradictorias y deben ser tomadas con mucha cautela. Así, también hablan de la existencia de tres corrientes de agua permanentes hasta, al menos, 1764 (Glass; 1982: 94-95), que eran el Barranco de Las Angustias, desagüe natural de la Caldera de Taburiente; el Barranco del Río, en la vertiente oriental y el Barranco del Agua en la comarca noreste. Por otro lado, la mayor parte de los barrancos de La Palma “corrían” abundantemente tras las fuertes lluvias otoñales e invernales, y esto era así hasta mediados de la década de los 70 del siglo XX. Desgraciadamente, estas escorrentías, de enorme virulencia y corta duración, apenas si se podían aprovechar, puesto que todas iban a parar directamente al mar. Estos episodios prácticamente han desaparecido debido a las cada vez menos frecuentes lluvias torrenciales, el abandono del campo y la suciedad de los cauces, excepto el Barranco de Las Angustias, donde el agua sigue corriendo libremente la mayor parte de los años (Fig. 1).

Por tanto, la abundancia o escasez de agua, va a ser determinante para explicar el hábitat y los asentamientos benahoaritas por toda la isla, tanto en la zona más rica en este recurso (norte, noreste y este), como en el resto, donde la abundancia de recursos hídricos es mucho más escasa o inexistente. Los aborígenes palmeros recurrían a una serie de métodos para procurarse esta sustancia en momentos de abundancia y, sobre todo, durante las sequías. Algunos de ellos se han conservado, prácticamente, hasta nuestros días. Conforme se aproximaba el verano, y las fuentes se secaban o mermaban, no les quedaba más remedio que recurrir a sistemas de almacenaje y, seguramente, restricciones, más o menos drásticas, hasta que volviese a llover lo cual, por otra parte, absolutamente nadie podía garantizar.

El agua era tan vital para la supervivencia de los grupos humanos que la inmensa mayoría de sus creencias mágico-religiosas, así como los rituales, estaban orientados a conseguir que sus dioses les favoreciesen con

las ansiadas lluvias. De ellas dependía absolutamente toda su vida (asentamientos, actividades cotidianas o eventuales, guerras y escaramuzas, alianzas entre clanes o cantones, práctica del infanticidio, mortalidad catastrófica, robos de ganado o de alimentos de origen marino, la preeminencia de determinados grupos sociales, etc.). El ritmo de su vida dependía, en última instancia, de la abundancia o escasez de agua, lo cual se traducían en alimentos o en hambrunas apocalípticas.



Fig. 1. Escorrentía en el Barranco de Las Angustias el 11 de diciembre de 2013.

Los asentamientos benahoaritas y el agua

La estrecha vinculación entre los asentamientos permanentes en costas y medianías, así como en los campos de pastoreo de alta montaña, ha sido estudiada de forma exhaustiva y sistemática en otras publicaciones, entre las que destaca un trabajo titulado: *Los benahoaritas y el agua: una cuestión de supervivencia* (Pais Pais, 2006: 63-76). Por todo ello, en este capítulo solo haremos un breve resumen sobre algunas de sus connotaciones más importantes y significativas, así como algunos temas novedosos que han surgido al calor de las últimas investigaciones arqueológicas.

Sin agua, la vida es prácticamente imposible. Una provisión segura y constante del líquido elemento fue, sin ningún género de dudas, uno de los principales parámetros que valoraron los benahoaritas para escoger su hábitat. Cuanto más abundante y más próximo estaba el afloramiento de

agua, más apetecible se hacía ese lugar. La regulación de su uso y su acceso estaría férreamente regulada y controlada por las clases sociales más poderosas e influyentes, quienes tendrían algún tipo de privilegios que estarían vedados al resto de la comunidad. La conflictividad entre los diferentes grupos humanos se iría incrementando, y haciendo más patente, conforme mermaba el caudal de las fuentes, hasta llegar a la abierta hostilidad en años de sequías brutales o prolongadas.

La constitución geológica de Benahoare es muy diferente entre la mitad norte, Paleopalma, y la meridional, Neopalma. Esta circunstancia va a ser determinante a la hora de explicar la ausencia o presencia de goteos, rezumes, escorrentías o fuentes. Así, los cantones de Tagalguen, Tagaragre, Adeyahamen, Tenagua y la parte septentrional de Tedote eran ricos en afloramientos de agua. En esta zona, además, es donde se sitúan los manantiales más importantes de la isla, como El Río (Santa Cruz de La Palma), Marcos y Cordero (San Andrés y Sauces) (Fig. 2) y Roque de Los Árboles (Gallegos. Barlovento), que daban lugar a dos de los “ríos” permanentes: Barranco del Río y Barranco del Agua.



Fig. 2. Manantial de Marcos y Cordero (San Andrés y Sauces).

En el resto de los cantones independientes (Tigalate, Ahenguareme, Guehebey, Tihuya y Aridane) el aprovisionamiento de agua constituía un verdadero problema, incluso en pleno invierno. Los benahoaritas que vivían en estos parajes debían agudizar el ingenio para que no les faltase este elemento vital, si bien serían conscientes de estas penurias y, con toda probabilidad, estaban mucho mejor preparados para soportar esta escasez, que los aborígenes que medraban en las zonas más agraciadas con este recurso. Sus estrategias de aprovechamiento y reserva, debieron ser, necesariamente, muy diferenciadas. El agua, sin ningún género de dudas, sería uno de sus bienes más preciados que, bajo ningún concepto, podían desperdiciar o sobreexplotar, puesto que ello significaría la muerte de personas y animales o el abandono del territorio hasta que la situación volviese a normalizarse.

Por el contrario, en Aceró (Caldera de Taburiente), el agua era uno de sus principales y más abundantes recursos naturales, tanto en manantiales (Bombas de Agua, Risco Liso, Hoyo Verde, Barranco de Los Guanches, Altaguna, Aridane, etc.), como en las innumerables fuentes “colgadas” que siembran los precipicios de La Caldera. Todas ellas eran accesibles a través de “pasadas” y veredas que llevan directamente o discurren junto a los lugares de alumbramiento. Incluso, junto a las más importantes, se establecían en asentamientos, siquiera estacionales, centradas en torno a cavidades naturales o pequeñas explanadas en las que no solo nos han dejado rastros de su uso ganadero, sino también manifestaciones de sus creencias mágico-religiosas en forma de estaciones de grabados rupestres, conjuntos de canalillos y cazoletas o amontonamientos de piedras. Entre los yacimientos más sobresalientes de estas características debemos destacar los del Paso de Los Olivos, Lomo de Lajuraga, Altaguna, El Escuchadero y, sobre todo, Tajodeque (Fig. 3). La presencia constante de agua y la abundancia de pastizales a lo largo de todo el año es la responsable de que este cantón sea el único que no se extiende desde la costa a la cumbre, ocupando el centro, el corazón, de Benahoare.

Un análisis detallado entre fuentes y principales asentamientos benahoaritas nos deja una estrecha y sistemática vinculación entre ambos elementos, si bien es preciso realizar una serie de precisiones a esta norma, puesto que la orografía y la geología insulares van a jugar un papel determinante en este comportamiento. Los puntos de agua más importantes y estables se sitúan, generalmente, en medianías-altas que, en buena parte de la mitad septentrional de la isla, hacían complicado y difícil la ocupación permanente de esos parajes debido a la intensa humedad o el frío reinantes durante la mayor parte del año. Obviamente, en los tramos medios e inferiores de barrancos y barranqueras que contasen con fuentes las cavidades de las inmediaciones, por precarias condiciones de habitabilidad que tuviesen, fueron ocupadas de forma sistemática y permanente, si bien

no se observa una especial concentración que permita diferenciarlas del resto de los asentamientos.



Fig. 3. Fuente de Tajodeque en los precipicios de la Caldera de Taburiente.

Así, por ejemplo, en el cantón de Ahenguareme (actual Fuencaliente) las fuentes más importantes son las del Tión, Los Roques y Uquén, que están situadas por encima de los 1000 metros de altitud y que, además, cuando llega el verano mermán o se secan completamente, especialmente si el invierno ha sido seco. Pues bien, en torno a ellas no se han descubierto asentamientos permanentes de gran tamaño que, por otro lado, si abundan mucho más cerca de la costa, de tal forma que para aprovechar este recurso era preciso realizar grandes caminatas hasta estos afloramientos. En el estado actual de la investigación, no sabemos si el agua de la Fuente Santa era apta para el consumo humano (Fig. 4). Seguramente lo era, tal y como sucede con la del Pozo de La Salud en el Charco Verde (Los Llanos de

Aridane). Desgraciadamente, las lavas históricas del Volcán de San Antonio, que sepultaron la propia fuente, cubrieron los posibles asentamientos benahoaritas que existían en sus inmediaciones, de tal forma que es imposible conocer la densidad del mismo. Ello quiere decir que los benahoaritas que vivían en estos parajes tenían otras formas de aprovisionamiento del líquido elemento que eran mucho más cómodas y seguras, eso sí mediante un control y racionamiento exhaustivos que garantizase el suministro a lo largo de todo el año.

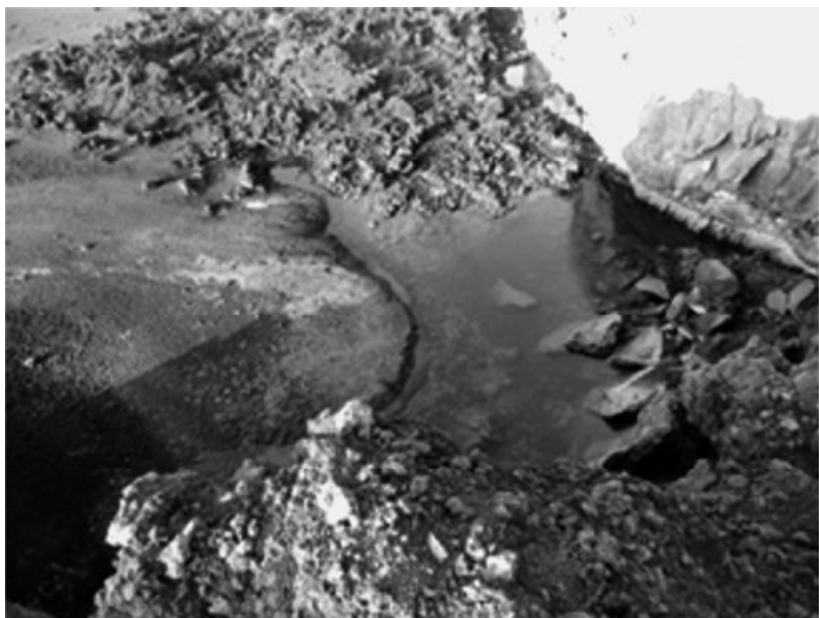


Fig. 4. Afloramiento de agua junto a la Fuente Santa (Playa de Echentive. Fuencaliente).

Esta misma disparidad la localizamos en el cantón de Tigalate (actual Villa de Mazo) puesto que en la zona costera nos encontramos con dos únicas fuentes: La Calera, en medio del acantilado de los Roques de Niares, y la de La Goteras, en la cara oriental de la montaña homónima. Mientras que en el primer caso los asentamientos son dispersos y se encuentran en los lomos que están encima del afloramiento, así como en las cavidades que se abren en las barranqueras alledañas. Por el contrario, las inmediaciones de la Fuente de Las Goteras (Fig. 5) estuvieron habitadas por un auténtico hervidero de benahoaritas que se establecieron en enormes poblados de cabañas (Montaña de La Arena, llanadas de la Montaña de Las Tabaiabas, etc.), así como en cuevas (desembocadura del Barranco de San Simón, acantilados de la Playa de La Cangrejera, etc.). A todo ello hemos de añadir

la presencia de la gran necrópolis de cremación de La Cucaracha en la Montaña de Las Tabaibas; conjuntos de canalillos y cazoletas, junto al propio afloramiento de agua y en las laderas aledañas; preciosos conjuntos de piletas marinas y hasta estaciones de grabados rupestres como la de Los Pasitos. Y todo ello a pesar de que el caudal de esta fuente no podía aplacar la sed de toda la gente que vivía en los alrededores, teniendo en cuenta, además, que su caudal en verano quedaba reducido a una mínima expresión y, las más de las veces, se secaba completamente (Pais Pais, 1997).



Fig. 5. Fuente de Las Goteras (Villa de Mazo).

En la zona más húmeda de Benahoare (cantones de Tedote, Tenagua, Adeyahamen, Tagaragre y Tagalguen) los afloramientos de agua son relativamente abundantes y permanentes a lo largo de todo el año, de tal forma que el abastecimiento de agua estaba más o menos garantizado de una u otra forma (rezumes y goteos estacionales, fuentes, charcos, manantiales, “ríos”, etc.). Ello quiere decir que en torno a estos puntos de agua se establecieron los benahoaritas en las cavidades que se abrían en las laderas de los barrancos. Los puntos de agua estaban tan próximos entre sí que apenas se constatan grandes aglomeraciones de aborígenes, más que las que permitía la orografía y geología de la zona. Sin embargo nos encontramos con algunos asentamientos como, por ejemplo, Buracas (Las Tricias, Garafía) (Fig. 6) en cuyas inmediaciones se emplazaron enormes poblados de cuevas y de cabañas, así como yacimientos funerarios,

estaciones de grabados rupestres de motivos geométricos ejecutados con la técnica del picado y conjuntos de canalillos y cazoletas junto a los diferentes afloramientos de agua. Esta misma densidad y tipología nos la encontramos en torno a las fuentes de Cueva de Agua o Barranquito de Silva, todas ellas en el cantón de Tagalguen (actual Villa de Garafía). De cualquier forma, estos lugares debían tener algo especial, puesto que existen otras muchas fuentes de similares características en Franceses, El Palmar, etc., en las que no se da la misma concentración de yacimientos.



Fig. 6. Poblado de cuevas junto a la Fuente de Buracas (Las Tricias, Garafía).

En este mismo bando de Tagalguen existe una estrecha vinculación entre fuentes permanentes y estaciones de grabados rupestres en lo que hemos denominado como espacios sagrados de la naturaleza (Pais Pais & Tejera Gaspar, 2010: 85-92). Estos yacimientos están enclavados en medio de los bosques de laurisilva por lo que el agua es omnipresente a lo largo de todo el año. Su elevada altitud, la frondosidad del bosque y la intensa humedad reinante los convierten en parajes poco aptos para el asentamiento humano, de tal forma que se utilizarían como una especie de santuarios en los que los benahoaritas realizaban sus ritos relacionados, con toda probabilidad, con la petición de lluvias. Los conjuntos más interesantes son los de La Zarza (Fig. 7), La Zarcita, Fuente del Sauce, Caldera de Agua, Fuente del Colmenero, etc.

En los campos de pastoreo de alta montaña, situados en los bordes de la Caldera de Taburiente, si existe una estrechísima vinculación entre los

asentamientos pastoriles, así como los yacimientos de tipo mágico-religioso, y las fuentes. A estos parajes acudían los benahoaritas durante la época estival, durante un tiempo variable que dependía, en última instancia, de las condiciones meteorológicas imperantes cada año. Regresaban a sus lugares de habitación permanente, en medianías y costa, en cuanto volvía a llover o el frío se hacía insoportable. Los pastores se establecían en las inmediaciones de los puntos de aguas más generosos ocupando pequeñas cavidades naturales y, sobre todo, en abrigos y cabañas que cada año era preciso reparar. Estos lugares eran los sitios más preciados, puesto que los animales necesitaban beber cada tres días, como mínimo, y su proximidad o lejanía incrementaba o acortaba los desplazamientos. Junto a estas fuentes o en las inmediaciones de las mismas se suelen encontrar estaciones de grabados rupestres. Los campamentos pastoriles más importantes se ubicaban en torno a Siete Fuentes, Ríos Altos, La Tamagantera y Fuente Nueva, todas ellas en Garafía; la Fuente Locandia (Barlovento); la Fuente del Topo de Juan Diego (San Andrés y Sauces), etc. (Pais Pais, 2006: 72-76).



Fig. 7. Grabados de La Zarza (Garafía) empapados por la lluvia.

En los precipicios interiores de la Caldera de Taburiente abundan las “fuentes colgadas” que ofrecen su agua a los benahoaritas que utilizaban las “pasadas” que comunicaban el borde y el interior del cantón de Aceró. A lo largo de esos estrechos y peligrosos senderos nos encontramos con huellas

claras de la presencia benahoarita en forma de piezas arqueológicas superficiales (fragmentos de cerámica y piezas líticas), abrigos pastoriles, goros, encerraderos de ganado y pequeñas estaciones de grabados rupestres. Sin duda, el conjunto arqueológico más importante de estas características se sitúa en los alrededores de la Fuente de Tajodeque, cuyo centro neurálgico lo constituye una cueva semi excavada (Fig. 8), con las únicas inscripciones alfabéticas de Benahoare, grupos de cazoletas y cúpulas, un campamento pastoril, varias estaciones de grabados rupestres de tipo geométrico ejecutados con la técnica del picado y un amontonamiento de piedras. (Pais Pais & Tejera Gaspar, 2010: 152-157).



Fig. 8. Cueva de Tajodeque (Caldera de Taburiente, El Paso).

Aprovisionamiento de agua

Una de las necesidades más perentorias, e inexcusables, que debían resolver los benahoaritas era contar con recursos hídricos suficientes para garantizar su supervivencia. Este problema se soslayaba, relativamente fácil, en la estación de las lluvias (otoño e invierno) debido a la presencia de corrientes de agua permanentes, fuentes y manantiales, “minaderos” y goteos estacionales, charcos, etc. En primavera y, sobre todo en verano, la situación se complicaba cada vez más, llegando a ser un auténtico tormento, especialmente en años secos. Aunque no tenemos constancia escrita,

estamos convencidos de que la posesión y el consumo del agua generaría no pocos conflictos y enfrentamientos entre los aborígenes, hasta el punto de ser necesario algún tipo de vigilancia y control para impedir que se secasen completamente. Al igual que sucedía en la época histórica, procurarían dejar algún tipo de reserva, para momentos desesperados, porque no se sabía si el próximo invierno las fuentes volverían a “reventar”.

En invierno el agua no faltaba porque se conseguía fácilmente de las corrientes de agua permanentes (Barranco de Las Angustias, Barranco del Río y Barranco del Agua), así como de otros muchos barrancos y barranqueras, especialmente en la mitad norte, que contaban con un buen caudal durante la mayor parte del año como, por ejemplo, los barrancos de Franceses, Fagundo, Los Hombres (Garafía), Gallegos (Barlovento), El Riachuelo (El Paso), etc. Además, hasta hace tiempos relativamente recientes, algunas fuentes daban tanta agua que se derramaba y corría por las barranqueras, tal y como lo hemos visto personalmente en La Zarza, La Yedra, El Rito, El Sauce, Buracas, Caldera de Agua (Garafía); La Faya, Los Guanches (Fig. 9), Tamarahoya (El Paso); La Furna (San Andrés y Sauces); San Amaro (Puntagorda), etc.



Fig. 9. Barranco de Los Guanches (Caldera de Taburiente).

Y si esto es así, con el hándicap que supone la sobreexplotación del acuífero, su caudal aún sería mucho mayor durante la etapa prehispánica. Por otro lado, en barranqueras situadas en el noroeste de la isla (municipios

de Tijarafe, Puntagorda y Garafía), aunque también se pueden ver en El Paso, se realizaban tranques de piedra seca que tenían la misión de retener el agua en pozas y charcas o desviarla hacia los cercados aledaños durante las escorrentías invernales (Pais Pais, Pellitero Lorenzo & Abreu Díaz, 2007: 12-15).

En La Palma existen numerosas fuentes más o menos permanentes, si bien aquellas que no se secan nunca no son tan abundantes como se piensa (Fig. 10). Generalmente, están circunscritas a la zona norte y noreste de la isla, en la zona de influencia del alisio cubierta por frondosos bosques de laurisilva. Pero estas mismas condiciones geográficas y naturales hacen muy complicados los asentamientos humanos en estos parajes, de tal forma que sería necesario acarrear el agua hasta los lugares de habitación permanente. Por tanto, en las zonas de costa y medianías, este tipo de fuentes soportaban un aprovechamiento intensivo que, con toda probabilidad, no sería suficiente para sostener a la población que dependía de ellas. Algunas de ellas ya las hemos citado, como la Fuente de Las Goteras y La Calera (Villa de Mazo) y Buracas (Villa de Mazo). Son relativamente abundantes en todos los barrancos y barranqueras de los cantones de Tagalguen, Tagaragre y Adeyahamen. Este tipo de fuentes suelen estar asociadas a grabados rupestres, así como canalillos y cazoletas, cuya adscripción aborígen o histórica es bastante complicada. Por otro lado, cuando su caudal es lo suficientemente abundante se han construido depósitos en los que se almacenan los sobrantes.

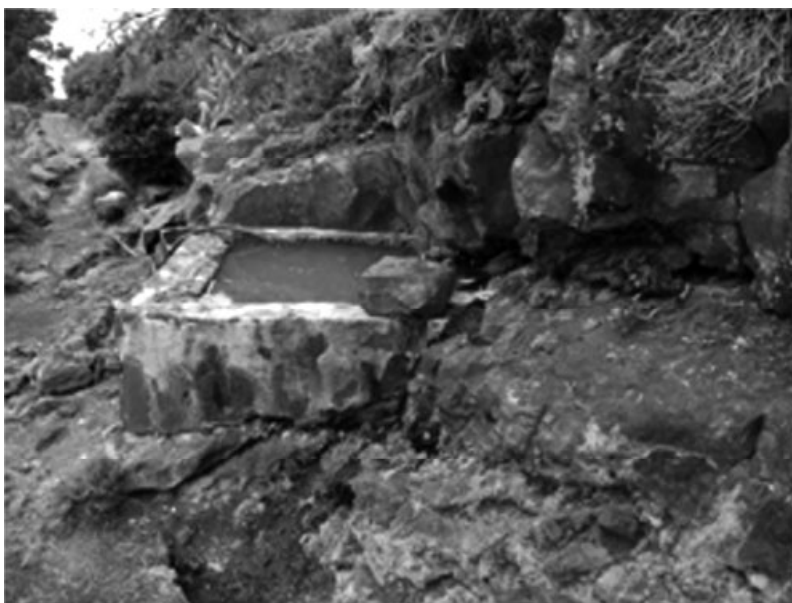


Fig. 10. Fuente de Los Viejos (Tinizara. Tijarafe).

Tras las lluvias invernales son frecuentes los charcos y pozas en el cauce de barrancos y barranquera, así como en la parte superior de los lomos. Los lugares ideales para este tipo de embolsamientos de agua se encuentran junto a los cabocos que suelen interrumpir el cauce de las vías fluviales. Estas acumulaciones de agua, dependiendo de su tamaño y de su exposición o no a los rayos solares, pueden conservarse durante mucho tiempo, lo cual los convierte en una reserva ideal para las épocas más críticas del año. En cualquier caso, solo bastaba con protegerlos de los animales y la evaporación mediante entramados vegetales. Sin duda, una evolución histórica de este tipo de aprovechamientos lo encontramos que un tipo de fuentes que son exclusivas de Puntagorda (Fuente Nueva, Las Piñas, etc.) y Garafía (El Rito, El Colmenero, etc.). En realidad, se trata de charcas que se forman en el cauce de los barrancos (Fig. 11), aprovechando la existencia de una capa de almagra impermeable que se techa con una construcción de piedra seca, cuya techumbre es de troncos de tea y lajas. En ocasiones, a estas pozas se hacían una serie de transformaciones que consistían en el levantamiento de pequeños muretes de piedra recubiertos de barro o cal y arena para incrementar su capacidad de almacenamiento. En la toponimia palmera se conservan infinidad de lugares en los que se conservaba el agua de forma estacional: El Charco (Fuencaliente), el Salto de La Gota (los Llanos de Aridane), los Charcos de Araco (Villa de Mazo), Charco de Los Covachos (Tijarafe), Charco que Mana (Puntagorda), La Barca y La Barquita (Garafía), etc.



Fig. 11. Charco de agua en Pintados (Puntagorda).

En invierno, incluso en las zonas más áridas de Benahoare, “revientan” infinidad de fuentes estacionales en los sitios más insospechados, tanto en las laderas de los barrancos, como en la parte superior de los lomos, tras la caída de las primeras lluvias otoñales (Fig. 12). Generalmente, recogen la escorrentía de laderas que se almacena en pequeños huecos con capas impermeables de algas. Para evitar que se la beban los animales y que se evapore con el sol, se cubren con piedras planas y lajas a modo de falsa bóveda. Su presencia solo es conocida por los habitantes de la zona, puesto que pasan completamente desapercibidas para quienes no frecuenten esos parajes. Servían fundamentalmente, para saciar la sed en momentos muy puntuales. Su agua, a pesar de su aspecto grisáceo y terroso, es perfectamente potable. A ello hemos de añadir numerosos goteos y rezumes de agua en el interior de las cuevas y tubos volcánicos. Su caudal es muy pobre y apenas si duran días o, como mucho, un par de meses. Esta agua se podía recoger en dornajos de tea o mediante la colocación de vasijas. Esta es la razón que parece explicar el hallazgo de sendos cuencos junto a la Montaña de Las Esperillas (El Paso) y en el Barranco de Fernando Porto (Garafía). Los benahoaritas se limitaban a esperar, pacientemente, a que las vasijas se llenasen del líquido elemento.



Fig. 12. Fuente estacional de La Tosca (Puntagorda).

Los benahoaritas debían ser previsores para guardar y almacenar agua para las épocas más secas. Y, sin ningún género de dudas, uno de los

métodos más efectivos sería la construcción de tanques de madera de tea (Fig. 13): “Y, puesto que haya otras aguas de fuentes, son tan pocas que, por no poderse los vecinos del campo sustentar con ellas, la necesidad les hizo inventar tanques de madera de tea, los cuales calafeteaban y breaban; y al tiempo del invierno recogen en ellos de los tejados o de las quebradas y vallados el agua que han menester para el servicio de sus casas...” (Abreu Galindo, 1977: 263). Este sistema, seguramente utilizado en toda la isla, fue especialmente importante en las zonas más áridas y con escasez de fuentes, como Fuencaliente, Villa de Mazo, Tijarafe y Puntagorda. Su empleo es recogido por numerosos científicos y eruditos que han visitado La Palma en los últimos 500 años. Así lo recoge, por ejemplo, el paleontólogo francés René Verneau en la zona de Belmaco a finales del siglo XIX (1981: 260). En Puntagorda se usaron hasta mediados del siglo XX, según referencias orales proporcionadas por D. Florencio Pérez López (vecino del Camino de Matos, Puntagorda) (Pais Pais & Pellitero Lorenzo, 2004: 13). Hemos tenido la oportunidad de visitar los restos de uno de estos tanques de tea junto a la margen derecha del Barranco del Roque (Puntagorda). En la toponimia palmera se conservan aún numerosos lugares que hacen referencia a la presencia de este tipo de receptáculos para almacenar agua: Lomo del Tanque (La Punta, Tijarafe), Lomo de Los Tanques (Las Tricias, Garafia), Llano del Tanque (Las Caletas, Fuencaliente), etc. (Pais Pais, Pellitero Lorenzo & Abreu Díaz; 2007: 15-18).

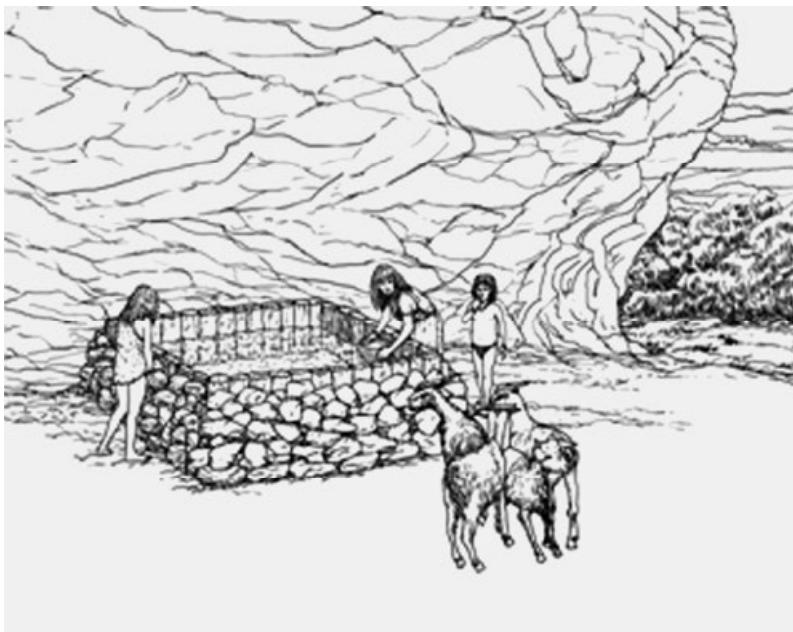


Fig. 13. Aborígenes recogiendo agua de un tanque de tea (Museo Arqueológico Benahoarita).

Con toda probabilidad, el uso de los eres sería asiduamente explotado por los benahoritas, especialmente por los que vivían en las zonas más áridas de la mitad sur de La Palma. Su existencia está atestiguada por las fuentes etnohistóricas hasta, cuando menos, mediados del siglo XX. Tuvieron una especial importancia en zonas del cantón de Tegalate, donde aún ha pervivido la tradición de su uso, como en los barrancos y barranqueras que surcan el caserío de Barranco Hondo (Fernández Castro, 2004: 123). Por nuestra parte, también tenemos constancia de su explotación en parajes de Puntagorda. Su aprovechamiento era vital en los momentos de mayor carestía, fundamentalmente a finales del estío, cuando las demás reservas del líquido elemento estaban prácticamente agostadas. Solo se recurría a ellos en caso de extrema necesidad. Tenían la ventaja de que el agua permanecía oculta bajo capas de arena y grava, que era preciso remover y escarbar para que el líquido elemento comenzase a aflorar. Una vez obtenida la cantidad deseada, se volvía a cubrir, por lo que quedaba a salvo de todo tipo de animales y se evitaba la evaporación. Muchas de las charcas estacionales en el cauce de los barrancos se convertían en eres una vez que los arrastres de las escorrentías los cubrían. Su ubicación se transmitía oralmente y eran localizados por mucho que hubiese cambiado el cauce tras riadas importantes.

En los lugares de habitación permanente, tanto en cuevas como en cabañas, existirían cantidades de agua almacenadas para garantizar las necesidades cotidianas. Los objetos que se podían emplear en estos menesteres serían muy variables y, muchos de ellos, han pervivido hasta la actualidad. Sin duda, entre los más usados podemos destacar los dornajos de piedra o madera que, especialmente, estos últimos han sido de gran utilidad en numerosas fuentes al aire libre o en el interior de cavidades. Por otro lado, no debemos olvidar que muchas vasijas de barro, especialmente, las de mayor tamaño, como los anforoides (Fig. 14), pudieron ser usados, básicamente, como contenedores de agua. Finalmente, el uso de pieles de cabra y oveja ha estado muy extendido en el mundo rural para almacenar y trasladar líquidos. Los denominados odres o folas, hechos con las pieles de animales adultos, serían empleados para guardar el agua, entre otros menesteres.

Las consecuencias de la ausencia total o escasez extrema de agua en la etapa prehispánica serían realmente catastróficas, casi inimaginables. No obstante, pudieron ocurrir perfectamente, tal y como ha sucedido en numerosas ocasiones en los últimos 500 años. Esta situación obligaría a tomar decisiones drásticas que afectarían a toda la comunidad y que irían desde el sacrificio de animales domésticos, el racionamiento del agua, los robos de ganado a los que, por otra parte, eran muy aficionados los benahoritas, la militarización de determinados grupos humanos para garantizar o impedir el acceso a las fuentes, etc. Pero, sin ningún género de

dudas, la medida más extrema y que, con toda probabilidad, nadie querría, sería la práctica del infanticidio, tal y como aparece recogida en las fuentes etnohistóricas: *“sus hombres y mujeres son de gran corpulencia, y son rústicos, salvajes, y fieros, y tienen entre ellos tan sólo el número de los que pueden sustentar en toda la isla, y no consienten que sus propios hijos sobrepasen ese número. Y si nacen más hijos de los que corresponden a su número, entonces el padre y la madre cogen al hijo y le ponen la cabeza encima de una piedra, y cogen otra piedra y le dan en la cabeza al niño y le rompen la cabeza; y así los matan, desparramándole los ojos y el cerebro por el suelo, lo que es gran crueldad de los padres”* (Gomes de Sintra, 2002).

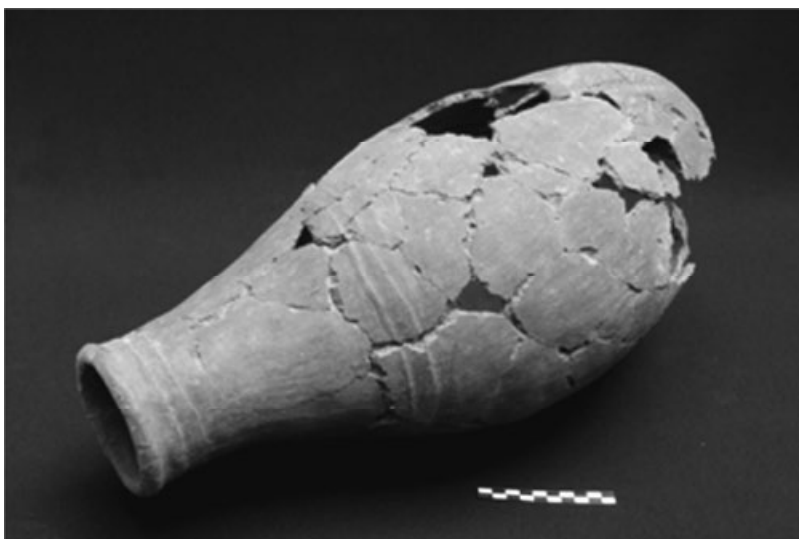


Fig. 14. Anfora de la Playa del Pocito (Villa de Mazo) usado para almacenar agua.

El agua y los ritos mágico-religiosos

El agua era tan vital para la supervivencia de los benahoaritas que la mayor parte de sus creencias mágico religiosas estaban directamente relacionadas con ritos propiciatorios de lluvias que se llevaban a cabo en las estaciones de grabados rupestres, los conjuntos de canalillos y cazoletas, así como en torno a los amontonamientos de piedras.

Los grabados rupestres benahoaritas de motivos geométricos ejecutados con la técnica del picado son una de las “joyas” de la arqueología insular puesto que, prácticamente, solo se encuentran en esta

isla. En la actualidad se conocen más de 450 estaciones que aparecen dispersas por toda la orografía insular, desde la orilla del mar a las cumbres más elevadas. Se han planteado infinidad de hipótesis sobre su posible significado, si bien una de las más aceptadas entre los investigadores es la que relaciona algunos de sus motivos directamente con el agua. Así lo planteábamos en el “Primer Simposio de Manifestaciones Rupestres del Archipiélago Canario y el Norte de África”, celebrado en Santa Brígida (Gran Canaria): *“El valor de estas representaciones parece que no es otro que el de reproducir mediante símbolos alguno de los atributos que individualizan a aquello que se quiere representar. Así la única manera de reproducir el agua es a través de la combinación de líneas curvas y no mediante la figuración del elemento que la contiene. Este podría ser el caso de motivos como las espirales -relacionable tanto con cultos lunares como con el agua-, los círculos meandros y serpentiformes... Los círculos radiados los consideraríamos signos solares, las herraduras encajadas o las cazoletas símbolos de fecundidad. Pero así y todo, el significado último viene a ser el mismo, pues agua, sol o fecundidad son sinónimos de vida”* (Martín Rodríguez & Pais Pais, 1996: 337).

En la gran mayoría de las fuentes se realizaron petroglifos, que aparecen en el propio afloramiento, en los senderos que llevan hasta ellos o en su entorno más inmediato, junto a los que se llevaban a cabo ritos propiciatorios de lluvia y cultos al agua. Eran una especie de santuarios de carácter insular, comarcal, familiar o personal en los cuales se pedía a los dioses que les agraciasen con las ansiadas precipitaciones.

Y esto es así porque el agua era el único elemento realmente vital con que contaban los benahoaritas. El agua lo era absolutamente todo, puesto que de su abundancia o escasez dependía la supervivencia de toda su comunidad. El agua era vida, pastos, leche, nacimientos de personas y animales, fertilidad y fecundidad, alegría, futuro... Esta máxima era igual en toda Benahoare, no sólo en las zonas más áridas del sur, sino también en los fértiles y verdes paisajes del norte. Y, con toda probabilidad, las gentes de Tihuya, Guehebey, Ahenguareme y Tigalate estaban mejor preparados para hacer frente a épocas de sequía que los moradores del resto de la isla, ya que en las primeras demarcaciones territoriales las penurias y la escasez eran crónicas, incluso en los años buenos y, sobre todo, cuando llegaba el verano.

En las fuentes más importantes de la isla, aquellas que no se secan nunca, ni durante las peores sequías, se sitúan algunas de las estaciones de grabados rupestres más grandes, espectaculares y emblemáticas de la isla, destacando los casos de La Zarza, Caldera de Agua, Fuente del Sauce (Fig. 15), Buracas, Cueva de Agua, Fuente del Riachuelo, Fuente de Calafute (Garafía), Fuente de Tamarahoya (Pico Bejenao, El Paso), El Dornajito (Santa Cruz de La Palma), Fuente Locandia (Barlovento), etc.



Fig. 15. Círculos concéntricos junto a la Fuente del Sauce (El Tablado, Garafía).

En la Fuente del Colmenero (Catela, Garafía) nos encontramos con uno de los yacimientos en que aparece más clara la imbricación entre el agua, las espirales y los meandriiformes (Fig. 16). El afloramiento se produce al pie de los riscos que forman un amplio caboco y en la que los petroglifos se encuentran en los paredones verticales de los mismos y en algunos bloques desprendidos, todo ello en un radio que no supera los 10 metros. Además, el panel más grande se encuentra justo encima de la fuente, apreciándose claramente el motivo principal desde mucho antes de llegar al lugar. Por otro lado, el motivo está formado por una espiral que se prolonga en meandriiforme: *“...En el caso de las asociaciones entre espirales y meandros podríamos entrever en la espiral la figuración del agua como elemento vital, mientras que el meandro simboliza el flujo de la misma por su cauce.”* (Martín Rodríguez & Pais Pais, 1996: 337).

También nos parece evidente la asociación de una serie de estaciones de grabados rupestres que están en los cabocos, en el cauce o en la parte baja de las laderas de los barrancos. En los primeros suelen aparecer fuentes permanente o estacionales, goteos y rezumes de agua. En el cauce de los barrancos es muy habitual la existencia de eres en las pozas de basalto que luego son cubiertos con la grava y la arena, con lo que solo basta con hacer un pequeño hoyo para que el agua comience a aflorar. Esta reserva del líquido elemento sería muy importante en las partes más áridas del sur y en

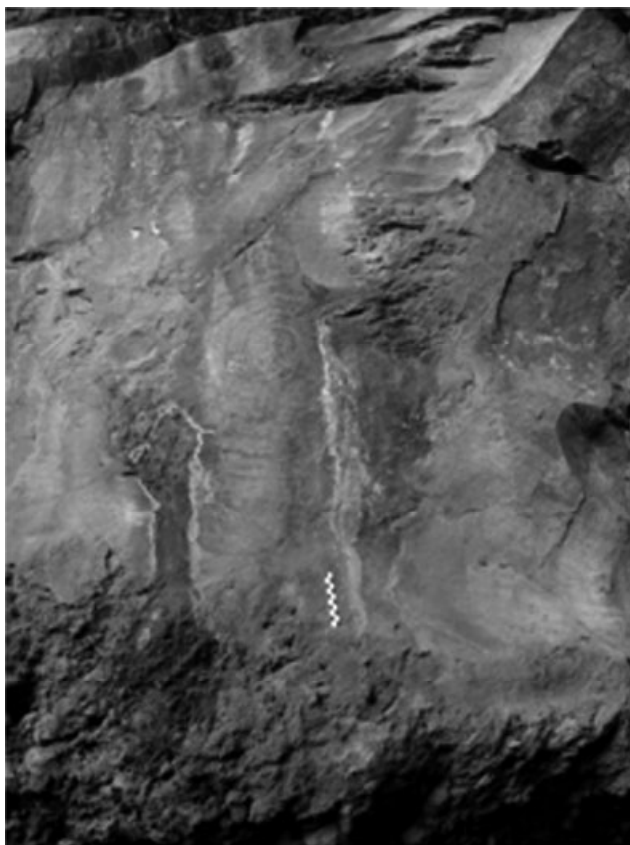


Fig. 16. Espiral prolongada en meandriforme junto a la Fuente del Colmenero (Catela, Garafía).

la época estival. Los ejemplos son muy numerosos y están dispersos por toda la isla: El Verde (Barranco de Tenisca, El Paso) (Fig. 17), Tigalate Hondo, Cueva de Lucía y Belmaco (Villa de Mazo), Cueva de La Senona-La Campana (Barranco de Tenisca, El Paso), Barranco de La Cueva Grande (Matanza Baja, Tijarafe), Cueva del Sauce, El Corchete, Barranquera de La Castellana, (Garafía), Las Lajes (Barranco de San Amaro, Puntagorda), La Corujera (Barranco de San Juan, San Andrés y Sauces), etc.

Los amontonamientos de piedras se localizan, esencialmente, en las cumbres más elevadas de la isla que contornean la Caldera de Taburiente, con una especial concentración en el cantón de Tagalguen (actual Garafía) (Fig. 18). Su sistema constructivo es variable, puesto que unas se levantaban mediante la delimitación de su perímetro con lajas hincadas, mientras que las otras consistían en un simple muro de piedra seca. En

ambos casos el aparejo se hacía con rocas menos voluminosas que, a veces, no son más que mero cascajo, y lajas.

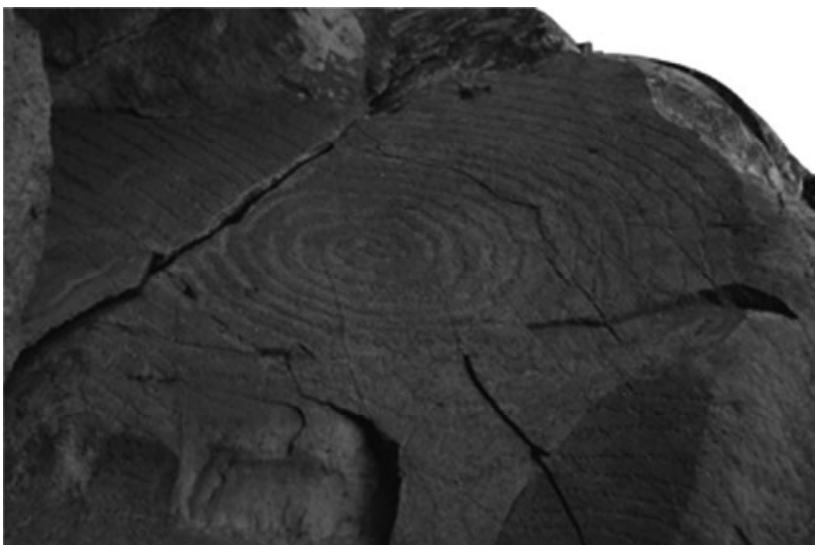


Fig. 17. Espiral y meandriiformes en El Verde (Barranco Tenisca, El Paso).

Aunque no todos los amontonamientos de piedra tienen petroglifos, los primeros datos apuntan a que son más frecuentes en las construcciones delimitadas con lajas hincadas. Los grabados rupestres se hicieron en algunas de esas lajas, tanto por su cara interna como externa, y formando parte del relleno interno. Aunque en los paneles que forman parte del relleno nos encontramos con soportes de todos los tamaños, destacan algunos minúsculos de apenas 10 centímetros de longitud. Este hecho, junto con la presencia de piezas líticas y fragmentos de cerámica parecen estar indicando que nos encontramos ante objetos votivos, entregados como ofrenda, relacionados con ritos de fertilidad o fecundidad. Evidentemente, en estos ritos estaría muy presente el derrame de líquidos (agua, leche o sangre de algún animal sacrificado), máxime si tenemos en cuenta que fertilidad y fecundidad están directamente asociados con el agua y, por ende, las lluvias que ansiaban perentoriamente porque así podrían descender a las zonas de medianías y costa, donde les esperaban el resto de la familia. No obstante, tampoco se pueden descartar, en absoluto, otro tipo de significaciones como culto astral, observaciones arqueoastrómicas, etc.

En nuestra opinión, el significado de los petroglifos que aparecen en estos amontonamientos de piedra o en los conjuntos de canalillos y

cazoletas, sería distinto al de los que aparecen en otros emplazamientos más habituales. No tiene sentido molestarse en realizar estas obras para celebrar los mismos ritos con idénticas motivaciones que se podían llevar a cabo, por ejemplo, en las estaciones de petroglifos que están en las inmediaciones y que se hicieron con un trabajo mucho menos esforzado que en los otros vestigios. Quizás, nos estamos rompiendo la cabeza buscándole un sentido a tanto petroglifo y pudo ocurrir, simplemente, que estaciones de grabados, amontonamientos de piedra y canalillos-cazoletas se levantaron en momentos diferentes del desarrollo de su cultura, aunque con una significación muy parecida en la que, de una forma u otra, estaban muy presentes el agua y la lluvia.



Fig. 18. Espiral en un amontonamiento de piedras del Llano de Las Lajitas (Garafía).

El agua estuvo muy presente, sin ningún género de dudas, en uno de los yacimientos más interesantes de Benahoare, como son los conjuntos de canalillos y cazoletas, que se suelen asociar a los denominados baladeros, cuya toponimia se ha conservado aunque, muchas veces, se ha modificado y confundido con el de bailaderos. En estos lugares no solo se empleaba el agua en los rituales, sino que los mismos estaban enfocados a conseguir que los dioses les enviaran las lluvias: *“Mas cuando los temporales no acudían, y por falta de agua no había yerba para los ganados, juntaban las ovejas en ciertos lugares que para estos estaban dedicados, que llamaban el baladero de las ovejas, e hincando una vara o lanza en el suelo, apartaban*

las crías de las ovejas y hacían estar las madres al derredor de la lanza, dando balidos; y con esta ceremonia entendían los naturales que Dios se aplacaba y oía el balido de las ovejas y les proveía de temporales” (Espinosa, 1980: 34). Aunque esta cita hace referencia a los guanches no tenemos ninguna duda sobre su existencia en la antigua Benahoare. Además, este tipo de rituales también eran habituales entre los antiguos canarios y bimbapes.

Los conjuntos de canalillos y cazoletas cada vez son más abundantes por toda la isla, desde la orilla del mar a los bordes de la Caldera de Taburiente (Fig. 19). Generalmente, el soporte son planchas de granzón compactado, aunque también los encontramos en basalto. Los paneles tienen una inclinación variable y desde ellos se dominan amplias extensiones de terreno. La extensión de los yacimientos es extraordinariamente variada puesto que va desde pequeños paneles de unos pocos centímetros a otros de más de 10 metros de largo y que contienen más de 200 cazoletas como, por ejemplo, en Lomo Muerto (Puntagorda). La disposición de los canales y las cazoletas nos indican que están ejecutados para verter líquidos, que puede ser agua, leche o la sangre de un animal sacrificado. Pero lo que resulta absolutamente evidente es que se trata de lugares en los que se llevaban a cabo ritos propiciatorios de lluvias (Pais Pais & Tejera Gaspar, 2010: 203-208). Así mismo, también es interesante reseñar la asociación entre canalillos-cazoletas y grabados rupestres.



Fig. 19. Cazoletas y grabados rupestres en el Cercado de Domingo (Garafía).

En los últimos años se ha descubierto un tipo de yacimiento, conocido como “piletas”, que había pasado completamente desapercibido para los investigadores. En realidad, se trata de cazoletas que tienen como soporte las plataformas y morros lávicos que se adentran en el mar. En Benahoare ya contamos con más de un centenar de yacimientos, algunos de ellos realmente gigantescos con más de 400 piletas, que están concentrados, fundamentalmente, en la vertiente oriental de la isla. Salvo algunos ejemplos en toba roja, como los de Punta Salinas (Puntallana), Punta del Moro (Villa de Mazo) y Porís de Santo Domingo (Garafía), la inmensa mayoría de los conjuntos se realizaron sobre basalto. El tamaño de las piletas es enormemente variado, puesto que va desde apenas 5 centímetros de anchura y profundidad, a otras que pueden alcanzar los 2 metros. Respecto a su significado pocos datos podemos aportar aún, si bien no es nada descabellado suponer que están relacionadas con ritos de fertilidad y fecundidad en los que el agua está muy presente, ya que uno de sus condicionantes principales es que las “piletas” solo se encuentran en resaltes rocosos que son lavados y regados por el agua de mar (M.A. Perera Betancort, F.J. Pais Pais, M. Medina Medina, C.A. Abreu Díaz, A. Montelongo Franquiz, J. Farray Barreto, N. Álvarez Rodríguez, J. Rodríguez Rodríguez, P. Sermanier, N. de León Machín, M. Álvarez Pérez y O. Aparicio Batista, 2015: en prensa).

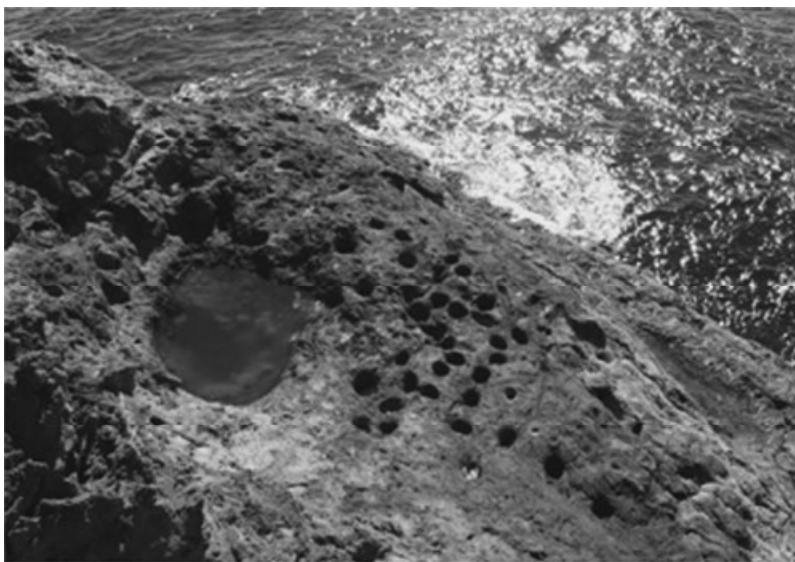


Fig. 20. Piletas marinas en Los Cancajos (Breña Baja).

Uno de los hallazgos arqueológicos más interesantes de los últimos tiempos en La Palma se corresponde con un yacimiento de canalillos y

cazoletas que, en realidad, es un mapa topográfico que representa a la antigua Benahoare. Se sitúa en la cara occidental de la Montaña de Braulio (Puntagorda) (Fig. 21). Esta manifestación rupestre está relacionada con ritos de magia simpática en el que se pedía a los dioses que les enviaran lluvias. Y es que si vertemos agua se va a extender progresivamente por los canalillos, que recuerdan líneas de isoyetas, hasta regar completamente todo el motivo (M. Pérez Gutiérrez, F.J. Pais Pais, M.A. Perera Betancort, A. César González-García, J. Cuenca Sanabria y J. A. Belmonte Avilés, en prensa).



Fig. 21. Canalillos y cazoletas que representan a Benahoare (Montaña de Braulio. Puntagorda).

Bibliografía

- ABREU GALINDO, J. (1977). *Historia de la conquista de las siete islas de Canaria*. Goya Ed., Santa Cruz de Tenerife.
- ESPINOSA, A. DE (1980). *Historia de Nuestra Señora de Candelaria*, Goya Ed., Santa Cruz de Tenerife.
- FERNÁNDEZ CASTRO, Y. (2004) Conservación en el primitivo cantón de Tigalate: área de una extraordinaria riqueza patrimonial. *Estudios Generales de la Isla de La Palma* 1: 117-142.
- GLAS, G. (1764). *A description of the Canary Islands*. London. [George Glas - Descripción de las Islas Canarias 1764, traducción de Constantino Aznar de Acevedo. Instituto de Estudios Canarios, La Laguna, Tenerife, 1976].

- GOMES DE SINTRA, D. (2002). *Descobrimento Primeiro da Guiné*. Edición crítica de Aires A. Nascimento, Edições Colibri.
- MARIN DE CUBAS, T.A. (1694). *Historia de las siete islas de Canaria*. [En Casañas, J., M. Régulo & J. Cuenca (eds), Real Sociedad Económica de Amigos del País, Las Palmas de Gran Canaria, 1986].
- MARTÍN RODRÍGUEZ, E. & F.J. PAIS PAIS (1996). Las manifestaciones rupestres de La Palma, pp. 299-359, en *Manifestaciones rupestres de las Islas Canarias*. Dirección General de Patrimonio Histórico, Viceconsejería de Cultura y Deportes, Gobierno de Canarias, Santa Cruz de Tenerife.
- PAIS PAIS, F.J. (1996). *La economía de producción en la prehistoria de la isla de La Palma: la ganadería*. Dirección General de Patrimonio Histórico, Gobierno de Canarias, Santa Cruz de Tenerife.
- PAIS PAIS, F.J. (1997). *El bando prehispánico de Tigalate-Mazo*. Tenerife.
- PAIS PAIS, F.J. (2006). Los benahoaritas y el agua: una cuestión de supervivencia, pp. 59-76, en “*La cultura del agua en La Palma*”, Consejería de Infraestructuras, Transporte y Viviendas. Dirección General de Aguas. Gobierno de Canarias.
- PAIS PAIS, F.J., N.J. PELLITERO LORENZO & C.A. ABREU DÍAZ (2007). Sistemas de aprovechamiento del agua entre los benahoaritas y su pervivencia en época histórica. Cuadernos CICOP, 12. La Laguna).
- PAIS PAIS, F.J. & A. TEJERA GASPAS (2010). *La religión de los benahoaritas*. Santa Cruz de La Palma.
- PERERA BETANCORT, M.A., F.J. PAIS PAIS, M. MEDINA MEDINA, C.A. ABREU DÍAZ, A. MONTELONGO FRANQUIZ, J. FARRAY BARRETO, N. ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, J. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, P. SERMANIER, N. DE LEÓN MACHÍN, M. ÁLVAREZ PÉREZ & O. APAICIO BATISTA (en prensa). Las cazoletas del mar benahoarita y maxie de Fuerteventura y Lanzarote. *Actas del XVI Jornadas de Fuerteventura y Lanzarote* (Puerto del Rosario), 2015.
- PÉREZ GUTIÉRREZ, M., F.J. PAIS PAIS, M.A. PERERA BETANCORT, A.C. GONZÁLEZ-GARCÍA, J. CUENCA SANABRIA & J.A. BELMONTE AVILÉS (en prensa). Astronomy and cartography in Benahoare: an orientated map of the Canary Island of La Palma in an ancient petroglyph. *Mediterranean Archaeology and Archeometry*.
- TORRIANI, L. (1959). *Descripción de las Islas Canarias*. Goya Ed., Santa Cruz de Tenerife.
- VERNEAU, R. (1891). *Cinq années de séjour aux Îles Canaries*. Paris [René Verneau - Cinco años de estancia en las Islas Canarias, traducción de J.A. Delgado Luis, La Orotava, 1981].

2. La Palma: desde las entrañas hasta la piel de un volcán

**Julio De la Nuez Pestana^a,
Ramón Casillas Ruiz^a, Juan Ramón Colmenero Navarro^b,
Carlos Fernández Rodríguez^c, Réka Lukács^d, Szabolcs Harangi^d
y Fred Jourdan^e**

^a *Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología de la
Universidad de La Laguna. 38206 La Laguna, Tenerife*

^b *Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca.
Plaza de la Merced s/n, 37008 Salamanca*

^c *Departamento de Geodinámica y Paleontología de la Universidad de
Huelva. 21007 Huelva*

^d *Department of Petrology and Geochemistry. MTA-ELTE Volcanology
Research Group & Eötvös Loránd University. H-1117 Budapest,
Pázmány sétány 1/C, Hungary*

^e *Department of Applied Geology. School of Science and Engineering.
Curtin University. Hayman road, Bentley, WA6102, Australia*

La presente comunicación es un resumen de la conferencia impartida por el primero de los autores en la XIII Semana Científica Telesforo Bravo, y trata sobre el conocimiento que se tiene actualmente sobre la geología de La Palma. Se basa en el trabajo que distintos autores han ido publicando a lo largo de los últimos años y en las publicaciones del Grupo de Investigación consolidado denominado: "Crecimiento submarino y emersión de las Islas Canarias: estudio geológico de los Complejos Basales", del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología de la Universidad de La Laguna, del Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca y del Departamento de Geodinámica

y Paleontología de la Universidad de Huelva, llevadas a cabo a lo largo de más de dos décadas. Incluye, además, los últimos datos radiométricos obtenidos, que aportan nuevas edades sobre el Complejo Basal de la isla.

El título de la conferencia pretende destacar que la isla de La Palma es la única isla del Archipiélago Canario en la que afloran tanto las partes más profundas (las entrañas) del edificio submarino más antiguo como las formaciones volcánicas más recientes (la piel), que alcanzan hasta la actualidad con erupciones de sólo hace algunas décadas.

Introducción

Hoy día hay un consenso general de que la isla de La Palma se halla en su etapa de crecimiento juvenil, y de que, al mismo tiempo, periódicamente se producen rápidos procesos de descarga de los edificios volcánicos, que ocurren mediante grandes deslizamientos gigantes y que destruyen casi instantáneamente el relieve construido a lo largo de centenares de miles de años.

Por otra parte, la sucesión vulcanoestratigráfica ha ido configurándose a lo largo de las últimas décadas (Tabla 1). Independientemente, de la mayor o menor coincidencia en la denominación de las formaciones volcánicas según los autores, puede observarse que la terminología de éstas ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, desde términos como series o estratovolcán primero, hasta los más recientes de volcán (Carracedo *et al.*, 2001; Carracedo, 2011; Carracedo & Troll, 2016), que al ser un término más ambiguo y empleado para morfologías de muy distinta naturaleza y origen, hemos preferido modificarlo por el de edificio, que es la denominación más utilizada hoy en día en Canarias (Martí *et al.*, 1995; Ancochea *et al.*, 2004; Ancochea *et al.*, 2006; Colmenero *et al.*, 2012; Ancochea, 2016).

En cualquier caso, hoy en día está establecido que la secuencia volcánica de La Palma consiste, a grandes rasgos, en un vulcanismo submarino y una fase en escudo, constituida a su vez por varios edificios volcánicos superpuestos (Carracedo *et al.*, 2001). Por tanto, como se irá detallando más adelante, en la isla se han distinguido tres unidades, que son: 1) el Complejo Basal, que abarca el Edificio Submarino; 2) el Escudo Norte, formado por los edificios volcánicos Garafía, Taburiente y Bejenado; y 3) la Dorsal o Edificio de Cumbre Vieja, cuyas últimas erupciones alcanzan hasta la actualidad con las erupciones históricas (Fig. 1).

Tabla 1. Unidades vulcanoestratigráficas de La Palma para diferentes autores (Se han simplificado las denominaciones de formaciones volcánicas de algunos autores. No se indican los materiales asociados a episodios destructivos o deslizamientos).

Hernández-Pacheco (1971) De la Nuez (1983)		Navarro & Coello (1993)	Guillou <i>et al.</i> (1998) Carracedo <i>et al.</i> (2001)	Colmenero <i>et al.</i> (2012) Casillas <i>et al.</i> (2016a)	
Series Recientes	Series recientes y subrecientes	Sedimentos actuales Dorsal sur	Volcán Cumbre Vieja	Edificio Cumbre Vieja Sedimentos recientes	
	Series de Cumbre Vieja	Sedimentos del Time			
Series antiguas	Series basálticas de la Pared de la Caldera y del Time	Estratovolcán Bejenado	Volcán Bejenado	Edificio Bejenado y Epiclastitas del Time Edificio Taburiente Superior Edificio Taburiente Inferior Edificio Garafia	
	Series basálticas de Cumbre Nueva	Estratovolcán Cumbre Nueva Estratovolcán Taburiente II Estratovolcán Taburiente I	Escudo Norte Volcán Taburiente Superior Volcán Taburiente Inferior Volcán Garafia		
Complejo Basal	Aglomerados volcánicos poligénicos Emisiones submarinas recientes	Brecha caótica	Volcán submarino	Complejo Basal Edificio Submarino	Gabros y gabros olivínicos Lavas almohadilladas y brechas basálticas y traquibasálticas Complejo lóbulo-hialoclastítico traquítico
	Gabros alcalinos, gabros olivínicos, gabros Series submarinas antiguas Rocas sálicas metamorizadas	Complejo Basal Gabros Traquitas Lavas almohadilladas, brechas, hialoclastitas			

El Edificio Submarino

Todas las islas oceánicas se construyen desde el fondo marino, por lo que para el caso de La Palma la isla crece desde los 4.000 metros de profundidad mediante un edificio submarino que actualmente aparece parcialmente emergido en el interior de la Caldera de Taburiente (Fig. 2). La corteza oceánica sobre la que se asienta alcanza una edad entre 155 y 160 Ma (millones de años) (Van den Bogaard, 2013).

El edificio submarino consiste en dos tipos de materiales, los puramente volcánicos o extrusivos, que se han ido derramando y superponiendo en el fondo oceánico a lo largo del tiempo, y los materiales intrusivos o subvolcánicos que han ido atravesando los anteriores, y que son

los conductos de salida y pequeñas cámaras magmáticas de los propios materiales extrusivos (Fig. 3).

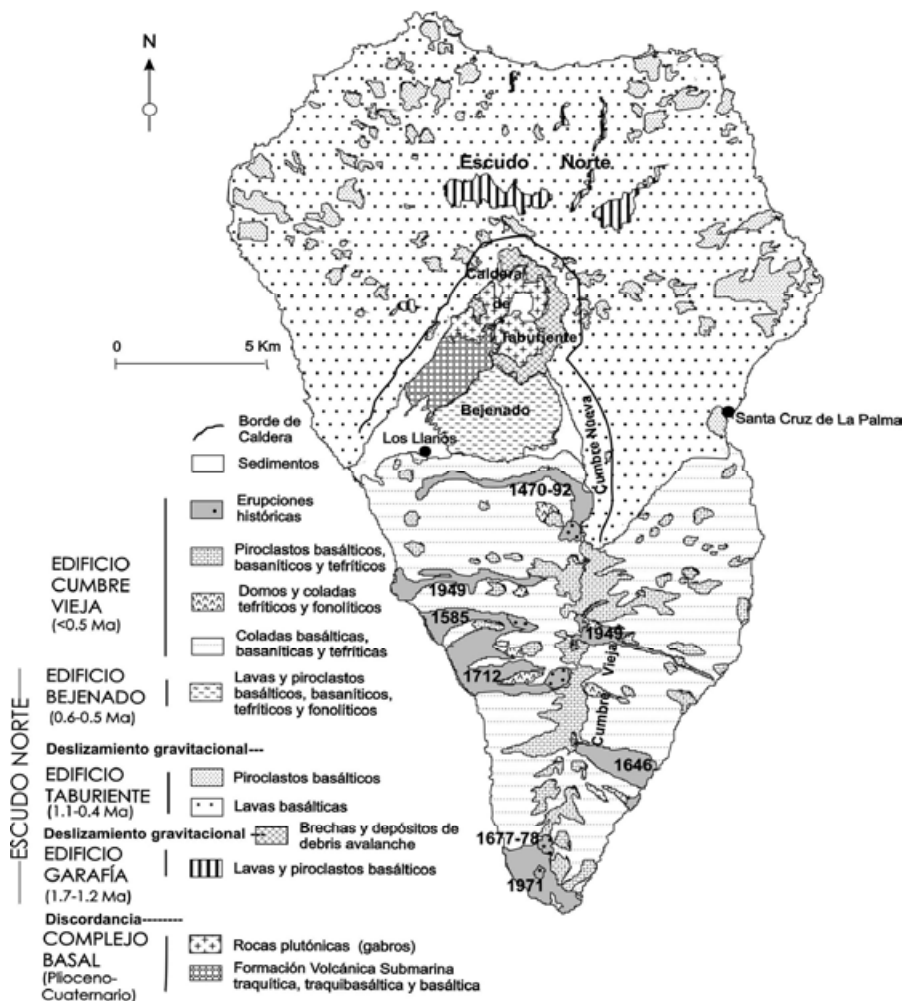


Fig. 1. Esquema geológico general de la isla de La Palma (modificado de Carracedo *et al.* (2001)).

Los materiales volcánicos submarinos más antiguos presentan una sección más profunda de rocas traquíticas, que aflora de forma discontinua, ya que están muy atravesados por la malla de diques (Fig. 4), aunque se ha llegado a medir un espesor total de unos 330 m. Estos materiales anteriormente fueron considerados como un conjunto de domos y domos

colada (De la Nuez, 1983; Carracedo *et al.*, 2001), pero recientemente se les considera un complejo lóbulo-hialoclastítico traquítico (Casillas *et al.*, 2016a), similar a los descritos por De Rosen-Spence *et al.* (1980), Cas (1990) y Morgan & Schultz (2012) en otros ambientes geodinámicos.

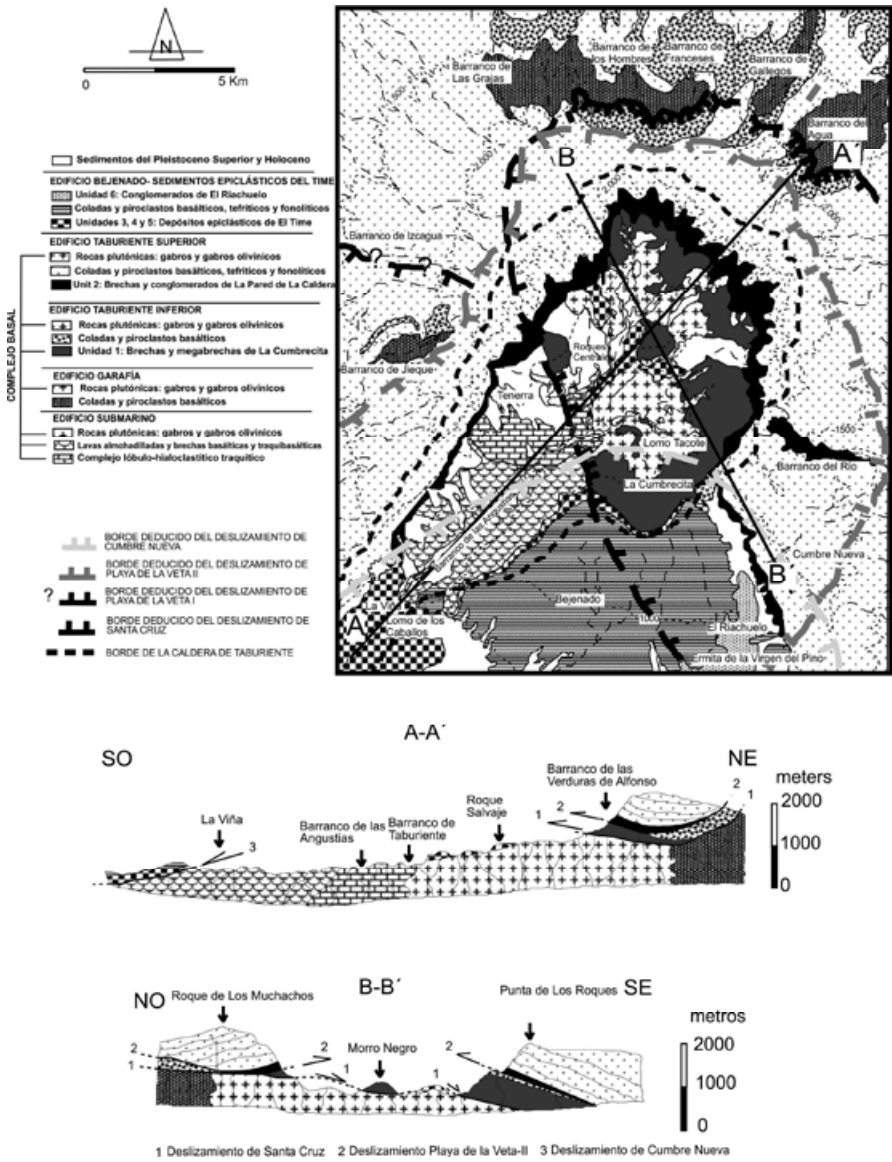


Fig. 2. Mapa y cortes geológicos de la Caldera de Taburiente (modificado de Carracedo *et al.*, 2001; y Colmenero *et al.*, 2012). No se han representado los diques.

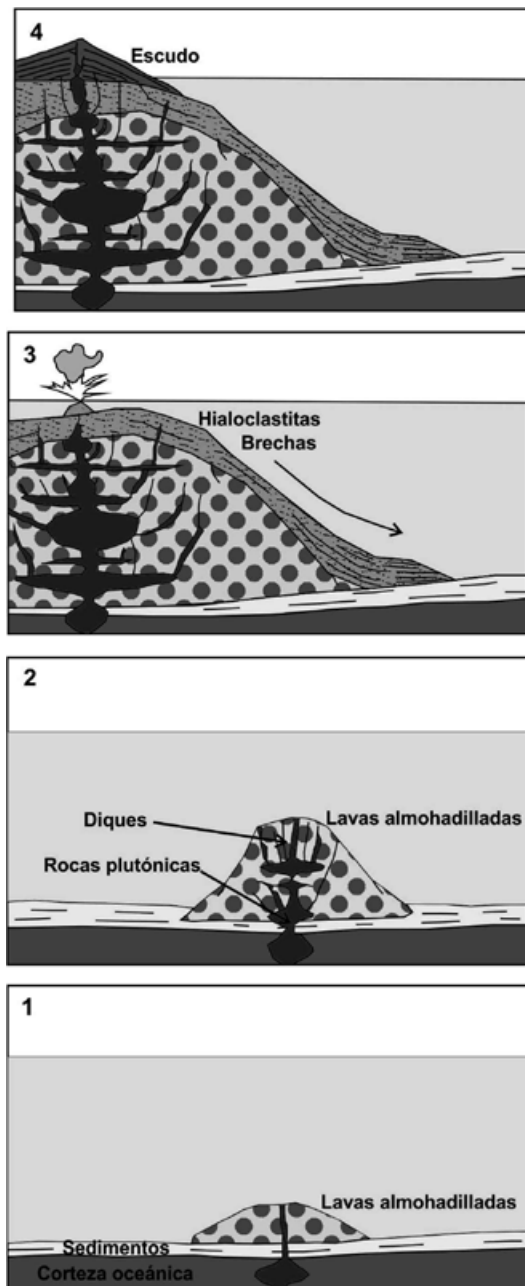


Fig. 3. Formación del edificio submarino de una isla oceánica (modificado de Staudigel & Clague (2010)). Las rocas volcánicas submarinas están formadas por lavas almohadilladas más profundas y brechas e hialoclastitas más someras, mientras que las rocas subvolcánicas o intrusivas están compuestas por los diques y las rocas plutónicas. Sobre el edificio submarino se asienta el vulcanismo subaéreo en escudo.



Fig. 4. Afloramiento del Complejo Traquítico (roca clara) en el tramo superior del Barranco de las Angustias cerca de Dos Aguas. Al ser la unidad más antigua está extraordinariamente atravesada por diques, que cortan a las rocas traquíticas en multitud de fragmentos discontinuos.

Su edad obtenida por U-Pb en zircones de varias muestras de traquita asciende a $3,10 \pm 0,03$ Ma (Tabla 2). La secuencia estratigráfica de estas rocas está representada en la Fig. 5 y en ella se exponen: 1) facies coherentes o masivas (lavas almohadilladas traquibasálticas, lóbulos de traquitas vítreas o afaníticas y lóbulos de traquitas porfídicas); 2) facies autoclásticas (hialoclastitas y autobrechas); y 3) facies sin-eruptivas resedimentadas (brechas traquíticas masivas, brechas polimícticas masivas y arenas y gravas polimícticas) (Casillas *et al.*, 2016a).

Por tanto, este tipo de complejos presenta una zona proximal o central masiva con abundancia de lóbulos de decenas de metros de desarrollo, una zona intermedia en la que se intercalan lóbulos de menor tamaño rodeados de hialoclastitas y una zona distal compuesta por autobrechas, brechas polimícticas y arenas y gravas resedimentadas (Casillas *et al.*, 2016a y Fig. 6). Desde el punto de vista geoquímico, dado su grado de alteración hidrotermal, estas rocas se pueden considerar como metatraquitas (De la Nuez *et al.*, 2016).

Sobre este complejo lóbulo-hialoclastítico traquítico se apoya una formación volcánica submarina basáltica y traquibasáltica que fue

caracterizada por Staudigel & Schmincke (1984), quienes establecieron una secuencia de 1800 m de materiales basálticos submarinos (Fig. 7), que aflora a lo largo del Barranco de las Angustias, formando un monte submarino, compuesto principalmente por 660 m de lavas almohadilladas traquibasálticas y basálticas, que representan las facies más profundas (Fig. 8) y 1140 m de brechas de almohadillas, de fragmentos de almohadillas e hialoclastitas predominantemente basálticas que representan las facies más someras (Fig. 9). La edad determinada por foraminíferos intercalados en la parte alta de la secuencia anterior está comprendida entre 2,8 y 4 Ma (Staudigel *et al.*, 1986; Castillo *et al.*, 2002), aunque si tenemos en cuenta la datación radiométrica anterior, dicha edad encajaría mejor entre 2,8 y 3,1 Ma.

Tabla 2. Dataciones U-Pb en zircones de rocas del Complejo Basal de La Palma (Análisis efectuados en una Microsonda iónica SHRIMP II/mc del Servicio de Laboratorio IBERSIMS del Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada).

Muestra	Clasificación química	Localización	N (Nº de zircones)	Concordia $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ (207 Corregido)	Edad (Ma)
TAB-12	Traquita	Bco. de las Angustias cota 380	20	3.08±0.1	3,10±0,03
TAB-23	Traquita	Bco. de las Angustias cota 380	19	3.14±0.05	
TAB-24	Traquita	Bco. de las Angustias cota 360 (El Carbón)	20	3.13±0.05	
TAB-33B	Traquita	Bco. de las Angustias cota 390	20	3.06±0.1	
TAB-64	Monzodiorita	Bco. Almendro Amargo cota 500	20	1.05±0.02	1,05±0,02
TAB-66	Gabro	Morro de los Gatos cota 825	1	3.08	

Todo el conjunto de rocas volcánicas submarinas se encuentra buzando unos 40° hacia el suroeste y atravesado por las rocas intrusivas, formadas por cuerpos de gabros y gabros olivínicos de tamaños decamétricos (Fig. 10) y por una densa red de diques predominantemente basálticos (De la Nuez, 1983) (Fig. 11), que representan, como se ha dicho, las partes más profundas del edificio submarino, hoy día expuestas en la superficie por la erosión de gran parte del edificio insular. Las direcciones de los diques del edificio submarino son preferentemente N35-40O y N5O, direcciones que también aparecen en diques y alineaciones volcánicas de los edificios subaéreos posteriores (De la Nuez, 1983).

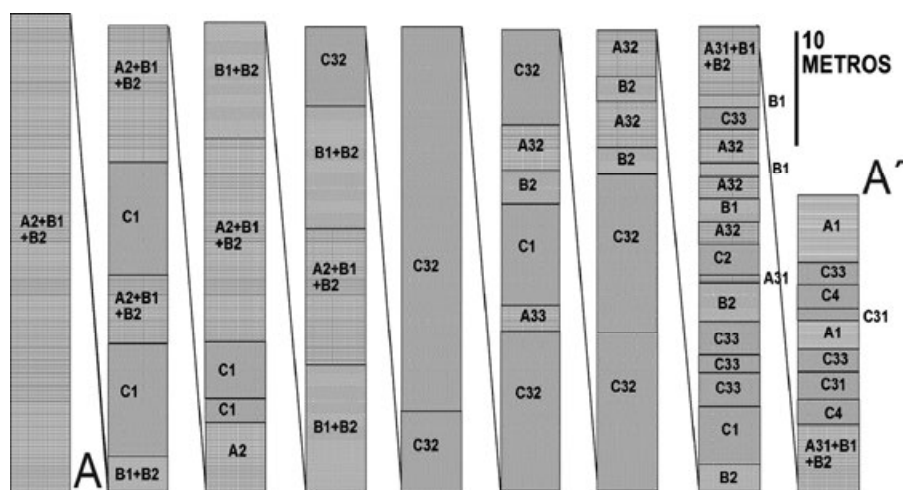


Fig. 5. Columna estratigráfica del complejo lóbulo-hialoclastítico traquítico de la Caldera de Taburiente (Casillas *et al.*, 2016a). A1: Lavas almohadilladas traquibasálticas. A2: Lóbulos de traquitas vítreas o afaníticas. A3: Lóbulos de traquitas porfídicas. B1: Hialoclastitas. B2: Autobrechas. C1: Brechas traquíticas masivas o con ligera gradación positiva. C2: Brechas polimícticas masivas. C3: Brechas polimícticas masivas o con ligera gradación inversa en la base. C4: Arenas y gravas polimícticas con ligera gradación inversa en la base. El segundo número (por ejemplo, A31) hace referencia a distintas subfacies. A= Playa de Taburiente, A'= Bco. de las Angustias (El Carbón) (ver Fig. 2).

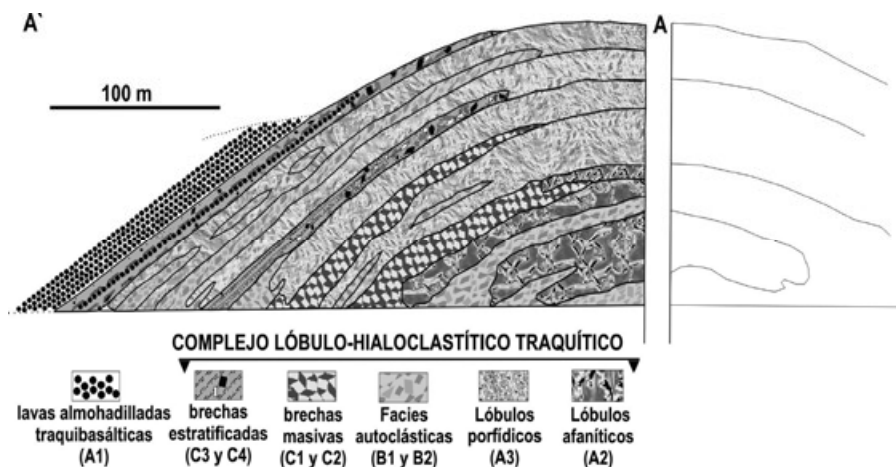


Fig. 6. Disposición general del complejo lóbulo-hialoclastítico traquítico de la Caldera de Taburiente (Casillas *et al.*, 2016a). No se han representado ni gabros ni diques intrusivos. A y A' como en la Fig. 5.

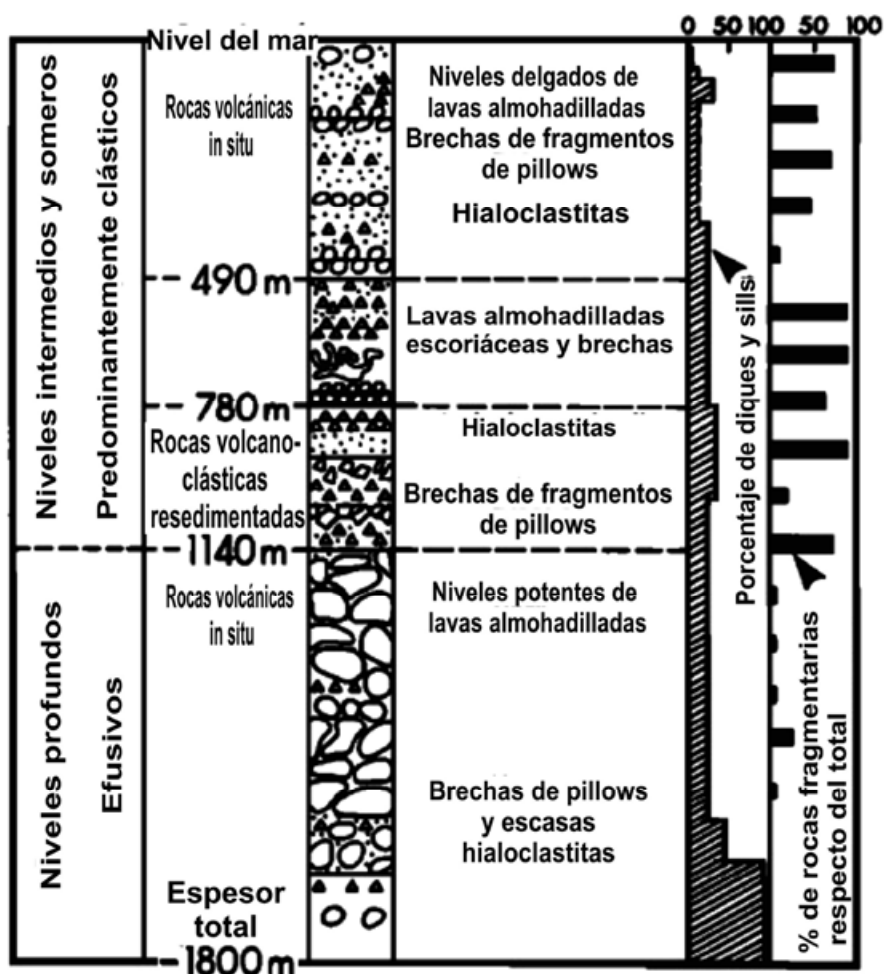


Fig. 7. Secuencia estratigráfica e interpretación de las facies encontradas en la formación volcánica submarina basáltica y traquibasáltica del monte submarino de La Palma (tomado de Staudigel & Schmincke, 1984).

Tanto la formación volcánica submarina como los gabros y los diques han estado sometidos desde su formación a un metamorfismo hidrotermal de bajo grado, lo que se manifiesta en que los minerales primarios de las rocas volcánicas submarinas y de las rocas intrusivas se encuentran parcialmente transformados a minerales secundarios, la mayoría de tonos verdes (zeolitas, prehnita, albita, clorita, epidota, actinolita, andradita, etc.) (Hernández-Pacheco & Fernández Santín, 1974). El grado de transformación depende principalmente de la temperatura a la que estuvieron sometidas dichas rocas con respecto a la profundidad, que para el caso de

La Palma fue de un gradiente comprendido entre 100-150°C/km (De la Nuez & Arenas, 1988) y 200-300°C/km (Schiffman & Staudigel, 1995). Si se considera que la profundidad a la que se encontraban dichas rocas era de unos 3 km, la temperatura máxima alcanzada fue de unos 500°C (De la Nuez & Arenas, 1988).



Fig. 8. Lavas almohadilladas basálticas de un sector relativamente somero del Edificio Submarino de La Palma en la zona de la Viña.

Este edificio volcánico submarino pudo llegar a emerger desde su formación hace unos 3 Ma y antes de la deposición de las primeras lavas subaéreas hace 1,7 Ma, y, por tanto, pudo haber sido parcialmente erosionado.

En el interior de la Caldera de Taburiente, donde aflora el edificio volcánico submarino con sus facies subvolcánicas, también se sitúan distintos cuerpos de gabros y de diques, interpretados como las raíces de los escudos volcánicos posteriores (Colmenero *et al.*, 2012) (Fig. 2 y Fig. 10). Así que el término más apropiado para denominar todo el conjunto de rocas del fondo de la Caldera debe ser el de Complejo Basal, tal y como han preferido y han discutido ya algunos autores para La Palma u otras islas canarias (Bravo, 1964; Hernández-Pacheco, 1971; De la Nuez, 1983; Ancochea *et al.*, 1996; Colmenero *et al.*, 2012; Ancochea, 2016; Carracedo & Troll, 2016), reservando la denominación de edificio o volcán submarino solamente cuando se trata de la secuencia volcánica submarina o de sus



Fig. 9. Brechas de fragmentos de lavas almohadilladas de zonas someras del Edificio Submarino de La Palma en el Barranco de las Angustias. Se pueden apreciar los bordes oscuros (vítreos) de las almohadillas y las formas en trozo de tarta típicas de estos materiales submarinos.



Fig. 10. Rocas plutónicas intrusivas del interior de la Caldera. A) Detalle de un gabro anfibólico del Barranco de los Cantos (norte de la Caldera). B) Afloramiento de un gabro olivínico en el Barranco de Huanaguao (sur de la Caldera). En ambos casos, la escasa intrusión de diques indica que son raíces subvolcánicas asociadas al Escudo Norte y no al Edificio Submarino.

rocas plutónicas y diques asociados, los cuales apenas se pueden distinguir de otras facies subvolcánicas de los edificios subaéreos. Dataciones de ^{40}Ar - ^{39}Ar en biotitas y de U-Pb en zircones de tres gabros del interior de la Caldera de Taburiente muestran edades comprendidas entre 1,7 y 1,05 Ma, lo cual corrobora la amplitud en las edades de las rocas intrusivas (Tablas 2 y 3). Los datos de ^{40}Ar - ^{39}Ar , no sólo coinciden con los de fusión total, sino que las edades plateau y de las isócronas son prácticamente iguales. La edad del gabo TAB-66 (Tabla 2), a pesar de ser asimilable a la del Edificio Submarino, no es significativa, dado el grado de contaminación de la muestra.

Tabla 3. Dataciones ^{40}Ar - ^{39}Ar de gabros del Complejo Basal de La Palma (Análisis efectuados en un Espectrómetro de Masas MAP 215/50 del Western Australian Argon Isotope Facility de la Universidad de Curtin, Australia).

Muestra	Clasificación química	Localización	Edad (Ma)			
			Fusión total	Isocrona normal	Isocrona inversa	Plateau
TAB-27 (biotita)	Monzodiorita	Bco. Almendro Amargo cota 740	1,19±0,03	1,20±0,04	1,20±0,04	1,20±0,03
TAB-57 (biotita)	Gabro con Feldespatoides	Bco. de los Cantos cota 1025	1,64±0,06	1,68±0,06	1,68±0,06	1,68±0,05

El Escudo Norte

Sobre el Edificio Submarino se sitúa el Escudo Norte de la isla, que consiste en la superposición de varios edificios en escudo, que, si bien se han sucedido de forma prácticamente ininterrumpida, se pueden diferenciar porque están separados por discordancias angulares y erosivas debidas a grandes deslizamientos de los propios edificios. Los edificios en escudo que conforman el Escudo Norte de la isla son: 1) Edificio Garafía, 2) Edificio Taburiente Inferior, 3) Edificio Taburiente Superior y 4) Edificio Bejenado.

Las primeras manifestaciones subaéreas corresponden al escudo o Edificio Garafía y consisten en coladas, predominantemente pahoehoe, y piroclastos basálticos, atravesados por abundantes diques, que se apoyaron sobre el Edificio Submarino, llegaron alcanzar más de 2.000 m de espesor y fueron emitidos desde un máximo de 1,77 Ma hasta los 1,20 Ma (Guillou *et al.*, 2001; Carracedo *et al.*, 2001). El final de este primer escudo volcánico se produjo, por tanto, alrededor de los 1,20 Ma por el colapso gravitacional de gran parte del edificio hacia el sureste (Ancochea *et al.*, 1994; Colmenero *et al.*, 2012). En la actualidad esta unidad sólo aflora en los barrancos más profundos del norte de la isla (Del Agua, Gallegos, Franceses, Los

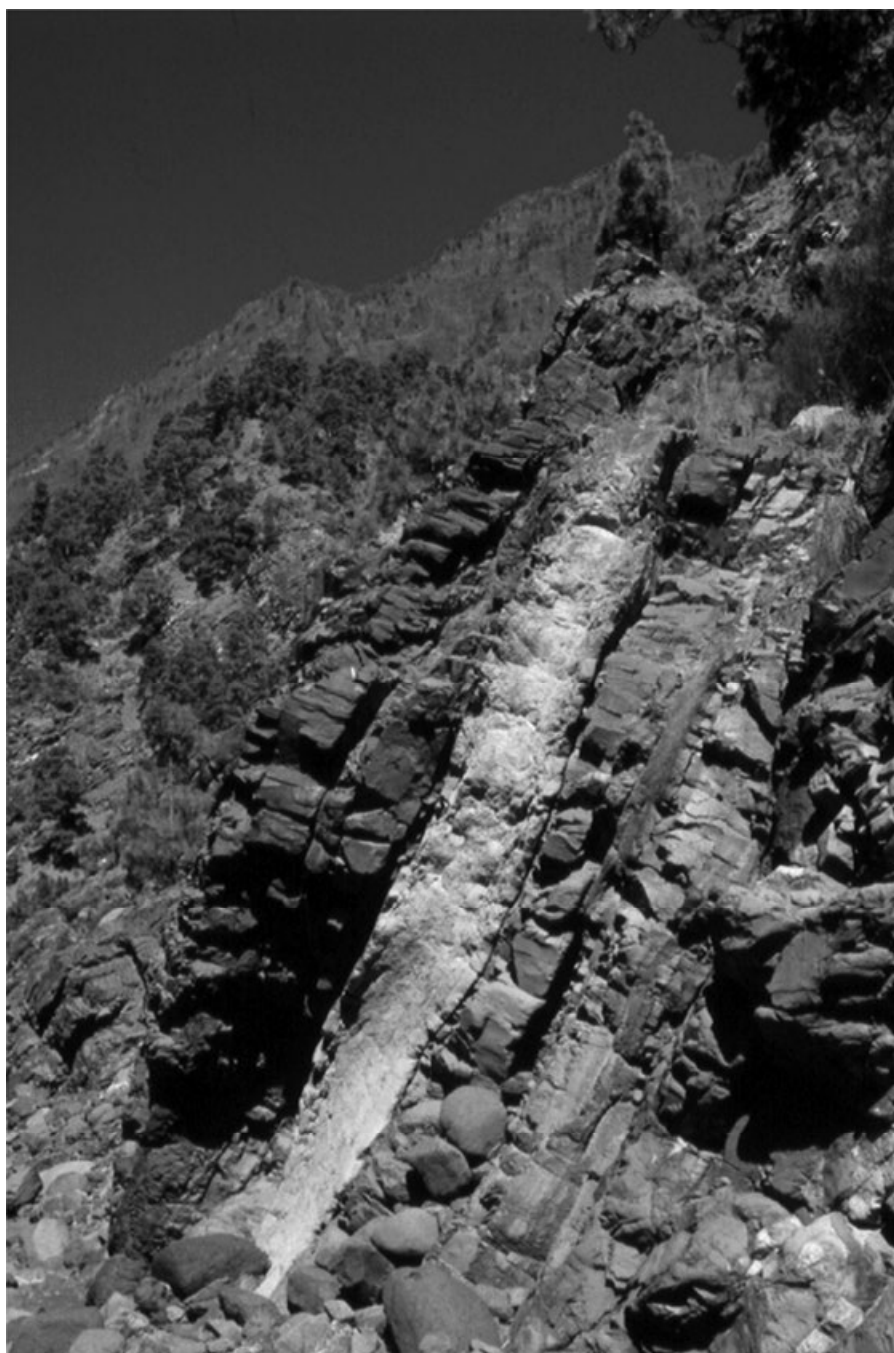


Fig. 11. Red de diques cerca de Dos Aguas. En la parte central de la Caldera de Taburiente la red forma más del 75% de la roca total, quedando apenas roca encajante entre los diques. La mayoría son de composición basáltica, aunque aquí se observa también un dique traquítico.

Hombres, Barbudo, Las Grajas y Jieque), mostrando sus coladas una inclinación entre 25 y 40° y en disposición radial desde un centro situado dentro de la actual Caldera de Taburiente.

Los depósitos generados por el deslizamiento gravitacional de este volcán Garafía se encuentran en parte en el fondo de la Caldera de Taburiente, formando la Unidad-1 de brechas y megabrechas de La Cumbrecita (Colmenero *et al.*, 2012) (Fig. 2) sobre el edificio submarino y, en parte, en los fondos marinos al este de la isla, formando el deslizamiento de Santa Cruz (Urgelés *et al.*, 1999; Masson *et al.*, 2002) (Fig. 12). No obstante, existe un depósito de deslizamiento anterior al oeste de la isla, incluido en el Complejo de Avalanchas de Playa de la Veta (Urgelés *et al.*, 1999), cuyo origen es difícil de explicar y que puede estar en relación con un deslizamiento previo del Edificio Garafía entre 1,20 y 1,48 Ma, denominado Playa de la Veta I por Colmenero *et al.* (2012).

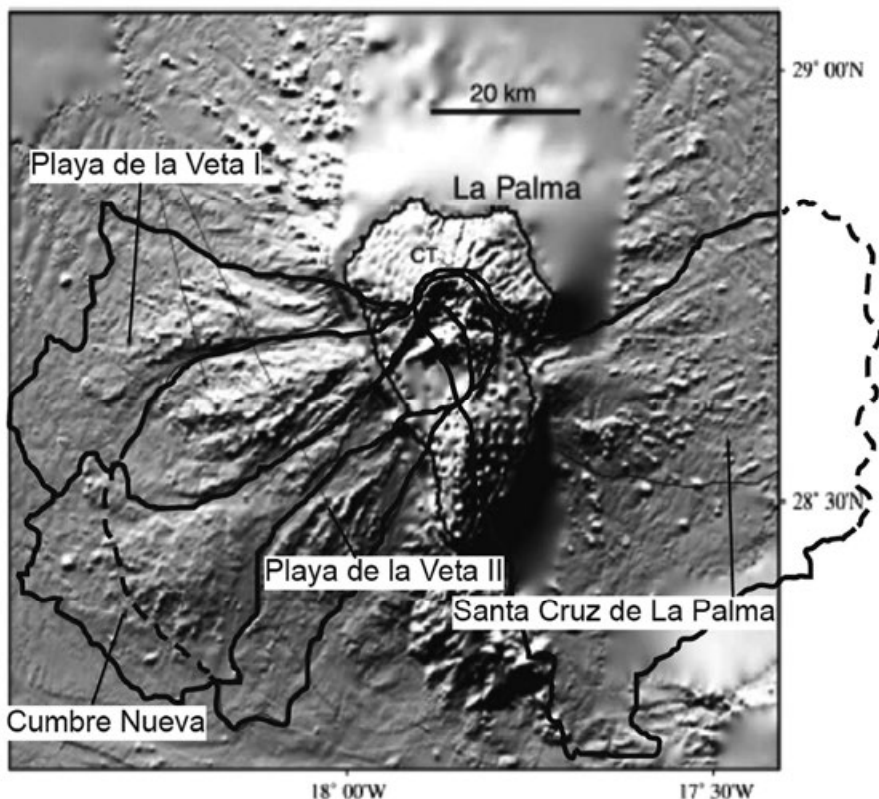


Fig. 12. Imagen en relieve de la isla de La Palma y de los fondos marinos adyacentes con la extensión de los depósitos producidos por grandes deslizamientos (modificado de Urgelés *et al.* 1999; Masson *et al.* 2002).

La edad del deslizamiento se acercaría más a 1,48 Ma, edad obtenida en los tramos altos del Edificio Garafía en el Barranco de las Grajas (Guillou *et al.*, 2001), que a la datación de 1,20 Ma que corresponde a una muestra del Barranco de Jieque, que ya representaría el relleno final de ese probable deslizamiento. Ello separaría el Edificio Garafía en dos unidades de características volcánicas similares y sólo distinguibles por su edad radiométrica, Garafía Inferior y Garafía Superior.

Sobre este Edificio Garafía se superpone un segundo volcán en escudo, denominado Taburiente Inferior, constituido también por coladas basálticas, principalmente de tipo aa, y por piroclastos basálticos intercalados (Fig. 13). La edad más antigua obtenida es de 1,12 Ma (Guillou *et al.*, 2001), es decir, sin apenas interrupción en la actividad eruptiva con respecto al Edificio Garafía anterior. La actividad volcánica de este edificio fue continua hasta los 0,8 Ma sin apenas interrupciones, y siguió hasta los 0,4 Ma con el volcán Taburiente Superior, por lo que para Carracedo *et al.* (2001) la diferencia entre el Edificio Taburiente Inferior y Superior sólo se denota en un cambio en el estilo eruptivo, con predominio de piroclastos atravesados por una densa red de diques en el Taburiente Inferior y predominio de lavas y agrupamiento de los centros eruptivos en pautas radiales en el Taburiente Superior. Aparte de esas diferencias, el volcán Taburiente Inferior se debió destruir antes de los 0,85 Ma, mediante un nuevo deslizamiento gravitacional, denominado Playa de la Veta II (Colmenero *et al.*, 2012), originando un nuevo depósito de deslizamiento que también es observable en el interior de la Caldera de Taburiente, con unos 400 m de brechas y conglomerados justo en la base de la pared de la Caldera (Fig. 2, Unidad-2 brechas y conglomerados de la Pared de la Caldera, y Fig. 14).

La edad de 0,85 Ma de este deslizamiento es la edad mínima, ya que las primeras coladas que se superponen a los depósitos de este deslizamiento en la desembocadura del Barranco de las Angustias tienen esta datación (Guillou *et al.*, 2001; Colmenero *et al.*, 2012). La edad máxima de este deslizamiento debe estar alrededor de 0,89 Ma, que es la datación de una de las coladas más altas de este edificio en el Barranco de Gallegos (Guillou *et al.*, 2001). Los afloramientos actuales de este edificio Taburiente Inferior se limitan, como en el volcán Garafía, a diversas ventanas erosivas en los barrancos del norte de la isla (Del Agua, Gallegos, Franceses, Los Hombres, Las Grajas, Jieque) y a un remanente en la zona de La Cumbrecita (Fig. 14). Se trata de coladas basálticas de tipo aa, que en estas zonas se encuentran en posición horizontal (Fig. 13), con intercalaciones de piroclastos y con escasos diques, y cuyo espesor alcanza unos 400 m. No obstante, el Edificio Taburiente Inferior debió tener varios centenares de metros de altura más, ya que tuvo que rellenar la depresión formada por el deslizamiento de Garafía y superponerse a los depósitos de brechas y megabrechas de La Cumbrecita de dicho deslizamiento que

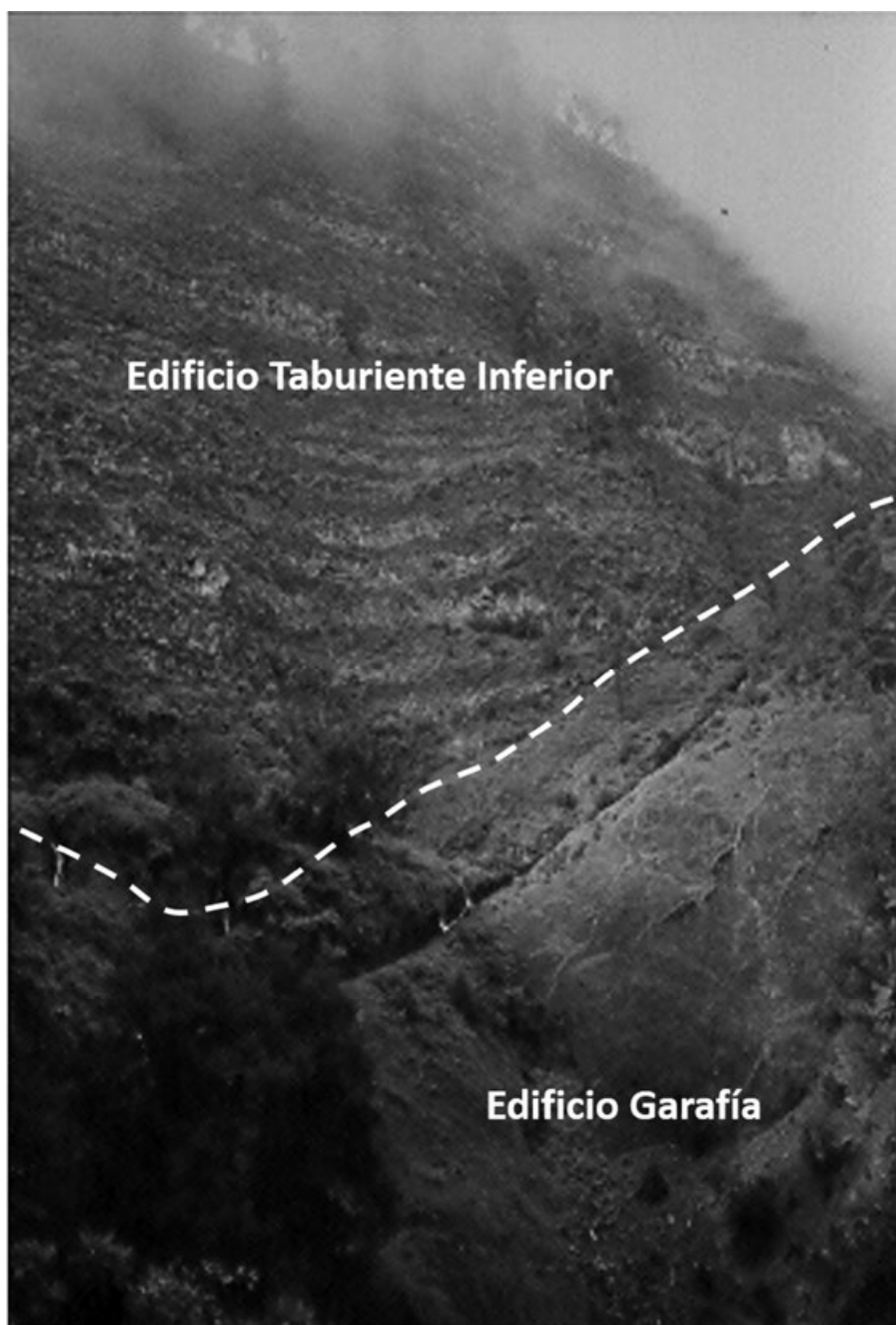


Fig. 13. Afloramiento del Edificio Garafía en el Barranco del Agua (Nacientes de Marcos y Cordero). El Edificio Garafía aquí está formado por piroclastos atravesados por diques, mientras que el Edificio Taburiente Inferior, apoyado sobre una discordancia originada por el deslizamiento de Santa Cruz por la que surgen los manantiales, está formado por coladas basálticas horizontales.

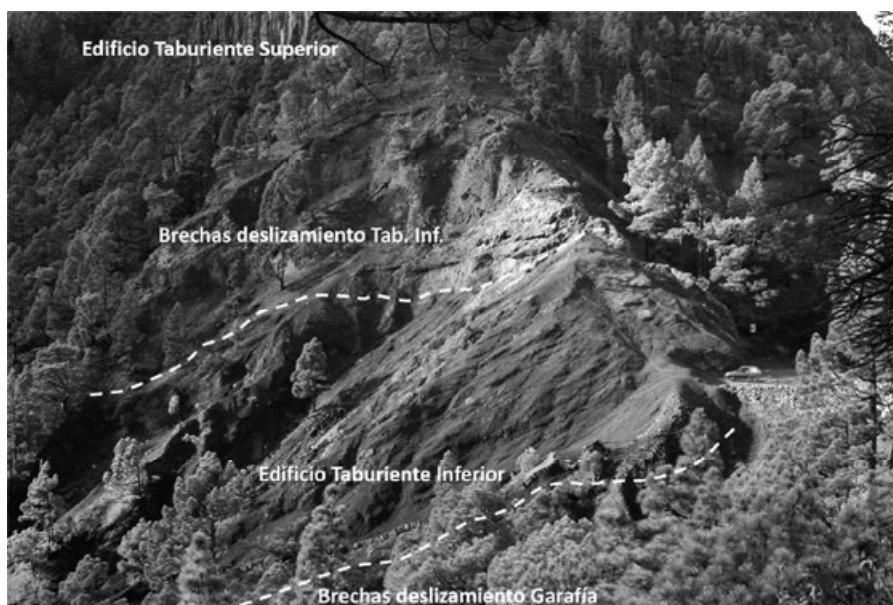


Fig. 14. En La Cumbrecita pueden distinguirse los Edificios Taburiente Inferior, con coladas basálticas inclinadas y Taburiente Superior, que forma la cumbre de la pared de la Caldera, ambos apoyados en brechas de deslizamientos de los edificios previos (Garafía y Taburiente Inferior).

afloran en el interior de la Caldera de Taburiente (ver Fig. 2), por lo que su espesor debió sobrepasar los 1000 m, pero que han desaparecido prácticamente porque el Edificio Taburiente Inferior ha sido afectado por dos deslizamientos (Playa de la Veta II y el posterior de Cumbre Nueva). Otra parte de los depósitos de este deslizamiento de Playa de la Veta II se encuentra en el fondo oceánico al oeste de la isla (Fig. 12).

El Edificio Taburiente Superior se asienta sobre el Taburiente Inferior, sin apenas discontinuidad temporal, pero apoyado sobre la discordancia producida por el deslizamiento de Playa de la Veta II. Este edificio es el que ocupa casi toda la superficie actual del Escudo Norte, está constituido por coladas y piroclastos basálticos, basaníticos y tefríticos, atravesados por diques, que son los propios conductos de salida de los materiales de este edificio. Varios autores (Ancochea *et al.*, 1994; Guillou *et al.*, 1998; Carracedo *et al.*, 1999; Carracedo & Troll, 2016) consideran que la actividad volcánica en este edificio fue más importante a lo largo del área de Cumbre Nueva, una lineación N-S en la parte meridional del Escudo Norte, generando el rift o dorsal de Cumbre Nueva (ver figs 1 y 2). La edad de este Edificio Taburiente Superior, como ya se ha indicado, comenzaría hacia los 0,85 Ma y cesaría hacia los 0,4 Ma, edad de algunos conos de cinder situados en la periferia del Escudo Norte (Guillou *et al.*, 2001).

Hacia los 0,56 Ma, parte del flanco occidental del Edificio Taburiente Superior colapsó hacia el suroeste, generando un nuevo deslizamiento gigante, denominado deslizamiento de Cumbre Nueva porque debió estar condicionado por la dorsal de Cumbre Nueva (Ancochea *et al.*, 1994; Carracedo *et al.* 1999; Carracedo *et al.*, 2001). Los depósitos asociados a este deslizamiento son perfectamente reconocibles en el fondo marino al oeste de la isla (Urgelés *et al.*, 1999; Masson *et al.*, 2002) (Fig. 12) y en la base del nuevo edificio volcánico que se generó a continuación, el Edificio Bejenado.

Limitado por las paredes de la cabecera de este último deslizamiento se desarrolló el Edificio o Volcán Bejenado de forma muy rápida, entre 0,55 y 0,49 Ma (Carracedo *et al.*, 1999; Guillou *et al.*, 2001), a partir de lavas pahoehoe y aa de composición basanítica, tefrítica y fonolítica. Las primeras coladas se intercalan con los sedimentos producidos por el comienzo del desmantelamiento del arco erosivo que conformaba la primitiva Caldera de Taburiente, mientras que los términos tefríticos y, más raramente, fonolíticos se sitúan en la zona más alta del edificio.

Después de acabada la actividad del Bejenado continuó con mayor fuerza la erosión de la Caldera durante decenas de miles de años, con la excavación de los barrancos y con continuos desplomes de las paredes. El conjunto de los depósitos procedentes de esta erosión alcanza unos 400 m de espesor, y está constituido por brechas y conglomerados (Unidades 3, 4 y 5 de la Fig. 2) que se emplazaron, tanto en el interior de la Caldera de Taburiente (Fig. 15), formando los Roques Centrales (Casillas *et al.*, 2016b), como, sobre todo, en la desembocadura del Barranco de las Angustias (Fig. 16), y que reciben el nombre de unidad epiclástica del Time (Colmenero *et al.*, 2008; Colmenero *et al.*, 2012) (Fig. 2). El resultado final de toda esta actividad erosiva hasta nuestros días, lo constituye la actual Caldera de Taburiente (Figs 17 y 18).

Un resumen de la evolución geológica de todo el Escudo Norte se muestra en la Fig. 19 (modificada de Carracedo & Tilling, 2003), en la que quedan patente los cuatro episodios constructivos y los tres grandes deslizamientos destructivos que han conformado el sector norte de la isla (sin contar con el deslizamiento más dudoso de Playa de la Veta I). Una columna general de todos los materiales que pueden aparecer en este Escudo Norte se muestra en la Fig. 20 (Colmenero *et al.*, 2012), incluyendo los episodios constructivos, los depósitos de deslizamiento y otros sedimentos asociados.

Desde el siglo XIX numerosos signos de elevación en el sector norte de la isla llamaron la atención de muchos investigadores (Von Buch, 1825; Von Knebel, 1906; Reck, 1928). La existencia de rocas volcánicas submarinas por encima de los 1000 m de altura sobre el nivel del mar, la anormal inclinación de las coladas del Edificio Taburiente Superior en el



Fig. 15. Vista general del fondo de la Caldera de Taburiente. Los Roques Centrales (La Viña, El Huso, Salvaje, Brevera Macha, etc.) están formados por desplomes de las paredes de la Caldera en formación y por sedimentos transportados por agua (parte alta de los roques Capadero y La Viña), depositados cuando varios barrancos ya habían sido excavados, correspondientes todos ellos a la Unidad 5 de los sedimentos de El Time (Fig. 2).

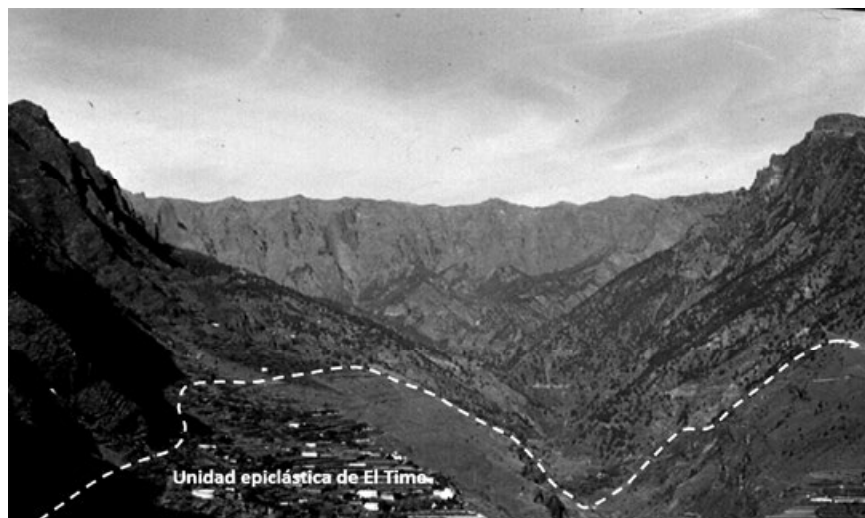


Fig. 16. Barranco de las Angustias y Caldera de Taburiente desde el mirador de El Time. En primer término, en la desembocadura del Barranco se depositó la unidad epiclástica de El Time.

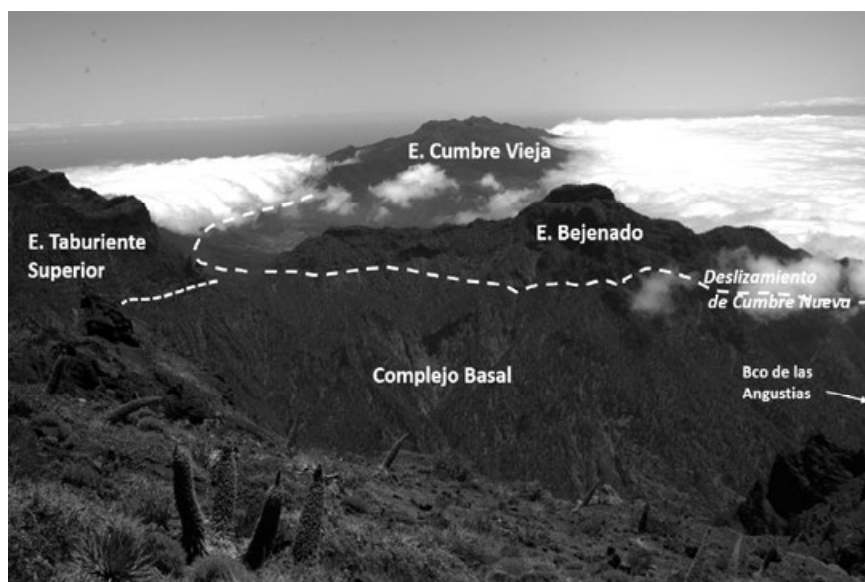


Fig. 17. Caldera de Taburiente desde el Roque de los Muchachos. La Caldera ha sido excavada a partir del deslizamiento de Cumbre Nueva y de la erosión durante el último medio millón de años. El Edificio Bejenado ha condicionado que la erosión se haya canalizado a través del Barranco de las Angustias.



Fig. 18. Vista de la Caldera de Taburiente y parte del arco de deslizamiento de Cumbre Nueva desde Montaña Quemada (Cumbre Vieja). Desde que tuvo lugar el deslizamiento de Cumbre Nueva hace más de 0,5 Ma, se construyó el Edificio Bejenado, se excavó la Caldera de Taburiente y se rellenó parte del deslizamiento de Cumbre Nueva con sedimentos y materiales volcánicos de Cumbre Vieja.

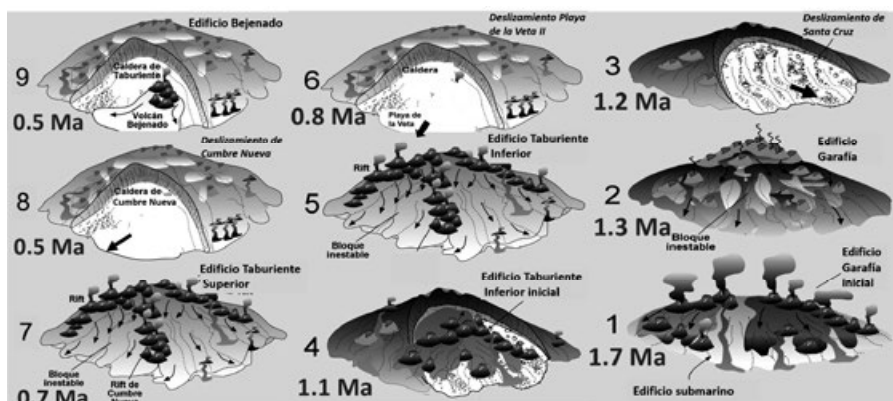


Fig. 19. Evolución del Escudo Norte de La Palma, con los episodios constructivos de los volcanes Garafía, Taburiente Inferior, Taburiente Superior y Bejenado, y los eventos destructivos constituidos por los deslizamientos de Santa Cruz, Playa de la Veta II y Cumbre Nueva (modificado de Carracedo & Tilling, 2003).

borde de la Caldera de Taburiente, la aparición de terrazas de conglomerados (sedimentos del Time) colgadas y reexcavadas en la desembocadura del Barranco de las Angustias, etc. indican un continuo proceso de levantamiento que afecta a toda la isla, pero que es más evidente en todo el sector norte, cuya velocidad de ascenso se estimó primero en menos de 1 cm/año (De la Nuez & Arenas, 1988) y posteriormente en alrededor 0,5 cm/año (Hildenbrand *et al.*, 2003). Las razones que se han planteado para explicar este proceso continuo a lo largo de toda la historia geológica de la isla son varias y no excluyentes:

1) levantamiento de escala regional, como puede deducirse de terrazas marinas levantadas en las islas de Fuerteventura y Lanzarote y de tensores de esfuerzos en los edificios volcánicos, que algunos autores asocian a la tectónica africana (Fernández *et al.*, 2002; Hildenbrand *et al.*, 2003).

2) levantamiento a escala insular en relación con inyecciones de magma asociadas a fases de gran actividad volcánica, que para La Palma estaría relacionado con el Edificio Submarino y el Escudo Norte (De la Nuez, 1983; Staudigel *et al.*, 1986; Hildenbrand *et al.*, 2003).

3) reajuste isostático posterior a los grandes deslizamientos ocurridos en el Escudo Norte por la rápida descarga del material de los escudos (Fernández *et al.*, 2016).

4) intrusión de láminas magmáticas que se acumulan y propagan lateralmente en la base de la corteza oceánica (Klügel *et al.*, 2015). Esta última causa ha podido ser corroborada en la reciente erupción del Hierro de 2011-2012 y en crisis sísmicas posteriores, con un levantamiento de casi 30 cm en menos de tres años (Fig. 21), que se ha mantenido hasta la actualidad.

Columna general Escudo Norte de La Palma

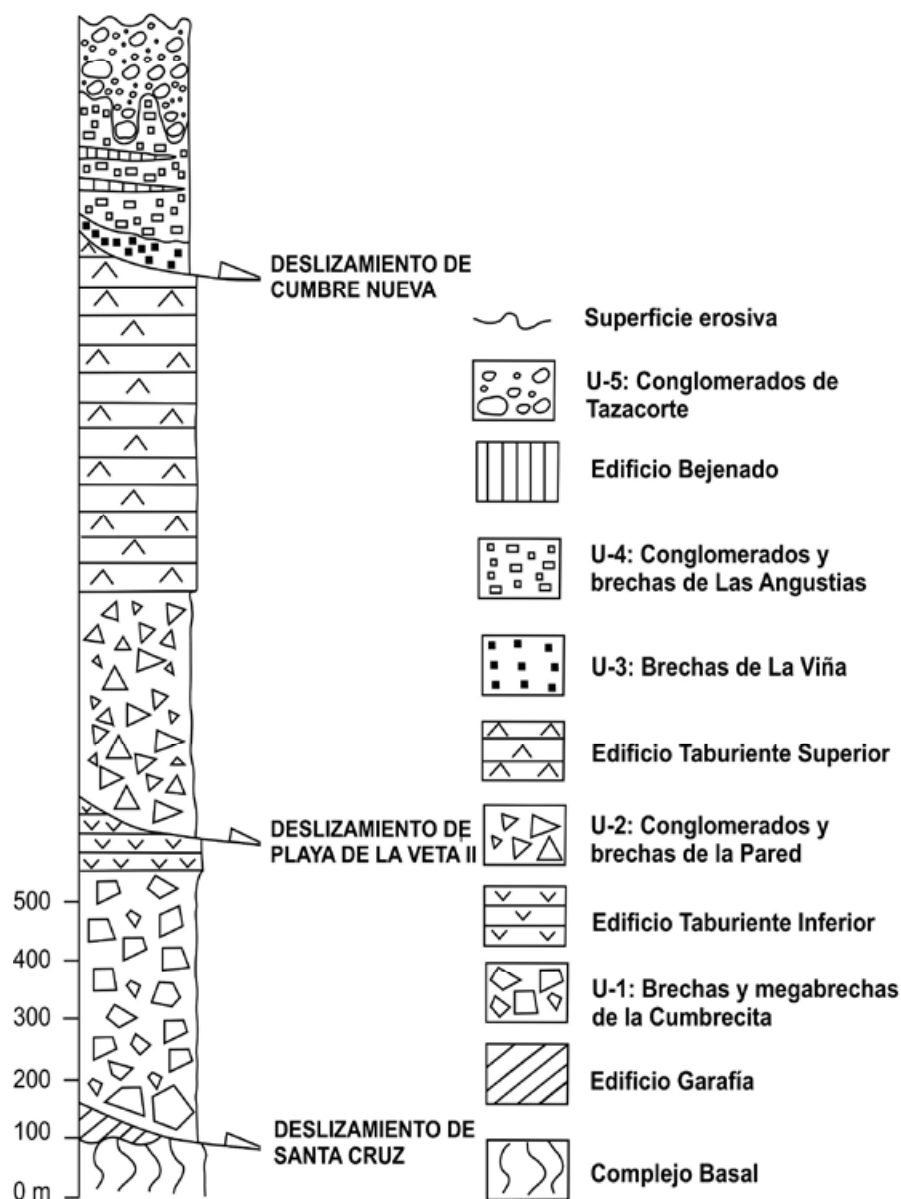


Fig. 20. Columna general de los materiales que forman el Escudo Norte de La Palma (Colmenero *et al.*, 2012).

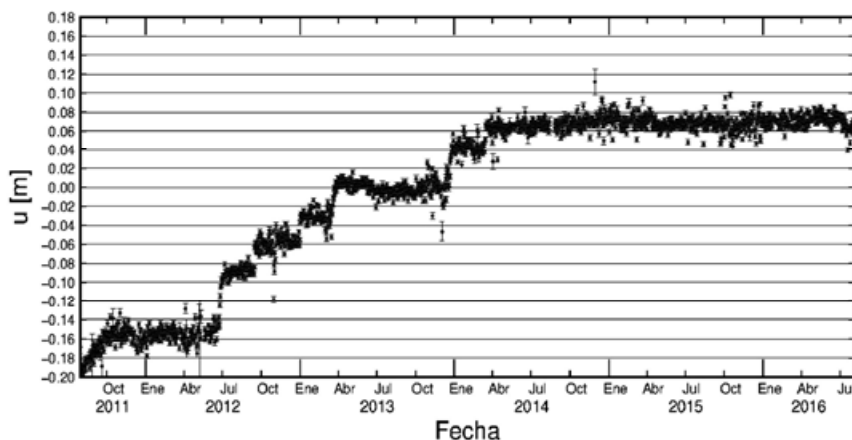


Fig. 21. Variación de la componente vertical de la estación GPS HI02 situada en el centro del valle de El Golfo desde julio de 2011 hasta julio de 2016 (datos del Instituto Geográfico Nacional). Los cuatro saltos en la elevación se produjeron antes de la erupción de 2011-12 y en las crisis sísmicas de junio-julio del 2012, abril de 2013 y enero de 2014. Cada crisis sísmica debió llevar aparejada una intrusión magmática en profundidad. Desde esta fecha prácticamente no ha habido variación en la altura de la estación.

Dorsal de Cumbre Vieja

La dorsal de Cumbre Vieja es una alineación de volcanes en dirección N-S, de 20 km de longitud y 1950 m de altura máxima, que representa la actividad volcánica más reciente de la isla.

Las últimas manifestaciones volcánicas del Escudo Norte tuvieron lugar hacia los 0,4 Ma, mientras que las dataciones de Cumbre Vieja más antiguas obtenidas hasta ahora son de alrededor de 160 ka (miles de años) (Hildenbrand *et al.*, 2003), que datan la base del acantilado oeste de Cumbre Vieja. Este dato no excluye que la base de Cumbre Vieja, que debe ser de naturaleza submarina, tenga una edad mayor, ni que la actividad volcánica haya sido continua en la isla desde que finalizó en el Escudo Norte hasta la actualidad, como lo había sido antes en toda la historia volcánica subaérea de la isla. De hecho, hacia el sur de Cumbre Vieja la dorsal se continúa bajo el mar, y justamente en rocas fonolíticas de esta dorsal submarina se obtuvo una datación de 2,11 Ma (Van den Bogaard, 2013), edad mayor que la datación más antigua obtenida en el Escudo Norte de 1,72 Ma, lo que indica que aún deben quedar lagunas en las edades de esta parte sur de la isla. Además, la escasez de galerías para la captación de agua en Cumbre Vieja, al contrario de lo que ocurre en el Escudo Norte, no permite la obtención de muestras en la base de este edificio.

La dorsal de Cumbre Vieja presenta las características comunes de las dorsales volcánicas de islas oceánicas (Fig. 22), como la concentración de conos de piroclastos en la zona apical y en el eje de la dorsal, la extensión de las coladas desde las zonas de cumbre hasta el mar, actividad volcánica prácticamente continua a lo largo de decenas de miles de años sin apenas discordancias, o una estructura interna en la que destacan los diques o conductos de salida de los volcanes, siguiendo la dirección N-S de la dorsal.

La composición de las lavas y piroclastos de Cumbre Vieja varía desde basanitas, tefritas, fonolitas tefríticas, hasta fonolitas. Los términos más diferenciados se encuentran en forma de domos y domos colada y repartidos por todo el edificio (Hernández-Pacheco & De la Nuez, 1983). La mayoría de las erupciones menos diferenciadas son de naturaleza estromboliana, aunque hay algunas que tienen carácter hidromagmático, como los volcanes de Caldera de Puerto Naos, Caldereta de Tegalate, Caldereta de las Indias, Montaña del Viento, Montaña Goteras (De la Nuez & Quesada, 1999) y la erupción subhistórica del volcán San Antonio (Carracedo *et al.*, 1996).

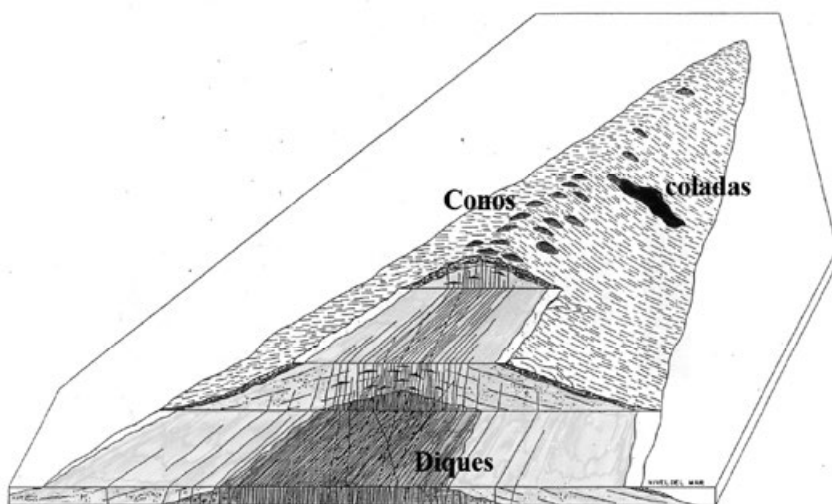


Fig. 22. Esquema de una dorsal volcánica (según Navarro & Farrujia, 1989), en la que se muestra la estructura interna, con predominio de diques alineados, y la superficie externa formada por alineaciones de volcanes, situados en la zona de cumbres y coladas que se derraman desde las zonas altas hacia el mar.

Aunque apenas hay discontinuidades o discordancias en este edificio, las dataciones obtenidas hasta ahora en las lavas se distribuyen en dos rangos de edad, separados entre sí por un período de unos 50 ka (Guillou *et al.*, 1998; Carracedo *et al.*, 2001). Estas diferencias en las edades permitió a los autores anteriores separar las erupciones de Cumbre Vieja en dos

grupos: 1) lavas del acantilado oeste y 2) lavas de plataforma. Las primeras con una edad entre 90 y 123 ka (aunque una datación de Hildenbrand *et al.*, 2003, alcanza los 160 ka), sólo afloran en el acantilado occidental de la isla. El resto de dataciones se engloba en el grupo de lavas de plataforma con una edad de menos de 20 ka (Carracedo & Troll, 2016) y con erupciones que llegan hasta nuestros días de volcanes subhistóricos e históricos (Hernández-Pacheco & Valls, 1982; Carracedo *et al.*, 2001; Carracedo & Troll, 2016). Entre 26 y 56 ka aproximadamente, hay un episodio de domos y domos colada intrusivos fonolíticos (Guillou *et al.* 1998), que deben constituir un sustrato común a todo el Edificio Cumbre Vieja (Hernández-Pacheco & De la Nuez, 1983). Como erupciones subhistóricas han sido datadas las lavas de los volcanes Birigoyo, Fuego, La Fajana, El Fraile, La Malforada y Goteras entre 1 ka y 6 ka (Carracedo *et al.*, 2001), mientras que el volcán prehistórico Tacande o Montaña Quemada registra una edad entre 1470-1492 años D.C. (Hernández-Pacheco & Valls, 1982), justo antes del período histórico que abarca los últimos 500 años, cuyas erupciones están bien documentadas por declaraciones de testigos oculares.

Las erupciones históricas de La Palma se concentran todas en Cumbre Vieja y son seis (Tabla 4 y Fig. 1). Son todas erupciones estrombolianas con uno o varios conos de piroclastos que suelen situarse en las cotas más altas de la fisura y una o varias grietas por las que se emiten las coladas que suelen ocupar las cotas más bajas, aunque en algunas de las erupciones tuvieron lugar episodios hidromagmáticos. Por los relatos de la época, recopilados por Santiago (1960), se puede establecer una secuencia sobre las fases de las distintas erupciones y estimar algunos parámetros y características de ellas, como duración, número de centros eruptivos, etc., así como otras particularidades específicas de cada erupción, de entre las que cabe destacar dos de ellas que fueron muy singulares con respecto al resto de erupciones.

La primera corresponde al volcán Tahuya, ya que en dicha erupción también extruyeron los Roques de Jeday (Fig. 23), que, según los relatos, surgieron como bloques rígidos de la masa rocosa subyacente, disponiéndose en posición vertical durante su ascenso (Santiago, 1960; Hernández-Pacheco & Valls, 1982, Hernández-Pacheco & De la Nuez, 1983; Hernández-Pacheco, 1990). Para estos autores las rocas fonolíticas de los Roques de Jeday no tienen nada que ver con las basanitas de la erupción del volcán Tahuya, sino que estaban ya en el sustrato cuando tuvo lugar la erupción, aunque parte de las rocas fonolíticas de los Roques sufrieron un proceso de fusión parcial al haber sido englobadas por el magma basanítico (Cubas, 1981), proceso que ha sido reportado en otros casos de erupciones históricas en La Palma (Araña & Ibarrola, 1973; Klügel *et al.*, 1999) y, más recientemente, en la erupción de El Hierro en 2011-2012 (Troll *et al.*, 2012;

Tabla 4. Erupciones históricas de La Palma. (Según datos de Romero & Bonelli, 1951; Hernández-Pacheco & Valls, 1982; Carracedo *et al.*, 1996; Carracedo & Troll, 2016).

Nombre y año	Tipo y distancia de centros eruptivos	Nº de centros eruptivos	Fecha y duración (días)	Superficie cubierta (km²)	Morfología de las lavas	Composición	Localización y otros datos
TAHUYA (1585)	Estromboliana Grieta eruptiva de 1100 m	9	19/05 - 10/08 (84)	4,8	Aa	Basanitas tefritas	Flanco oeste Extrusión Roques de Jedey
TIGALATE O MARTÍN (1646)	Estromboliana Dos grietas de 750 y 250 m	7	2/10 - 21/12 (80)	7,5	Aa	Basanitas	Flanco este y Baja del Agua
SAN ANTONIO (1676-77)	Estromboliana Grieta eruptiva de 600 m y cono separado	4	17/11 - 21/01 (66)	6,5	Aa, losas	Basanitas	Extremo sur Erupción subhistórica previa
EL CHARCO (1712)	Estromboliana Grieta eruptiva de 2600 m	9	9/10 - 3/12 (56)	4,9	Aa, cordadas	Basanitas tefritas	Flanco oeste
SAN JUAN (1949)	Estromboliana-freatomagmática Grieta eruptiva de 3450 m	5	24/06 - 30/07 (37)	4,5	Aa, pahoehoe, cordadas	Basanitas tefritas	Flanco oeste y cumbre
TENEGUIA (1971)	Estromboliana Grieta eruptiva de 730 m	6	26/10 - 18/10 (24)	3,1	Aa, bloques	Basanitas tefritas	Extremo sur
				31,3 (4,7% isla)			



Fig. 23. Durante la erupción del volcán Tahuya en 1585 tuvo lugar también la extrusión de los Roques de Jedey, que se elevaron como bloques rígidos desde el sustrato, sin ninguna relación con el magma basanítico de la erupción (Hernández-Pacheco & De la Nuez, 1983; Hernández-Pacheco, 1990).

Meletlidis *et al.*, 2012; Sigmarsson *et al.*, 2013; Carracedo *et al.*, 2015; Rodríguez Losada *et al.*, 2015). Para Day *et al.* (1999) y en la cartografía del Mapa Geológico de España 1085 III-IV El Pueblo (2015), parte de los afloramientos fonolíticos pertenecen a domos intruidos de forma forzada por la erupción del Tahuya, y otra parte estaría formada por domos, criptodomas fonolíticos y coladas traquibasálticas híbridas, pero, salvo en la cartografía, estos autores no dan ninguna explicación sobre la existencia conjunta en una misma erupción de lavas basaníticas, domos fonolíticos y coladas traquibasálticas.

La segunda erupción que ha merecido una especial atención ha sido la del volcán San Antonio en 1677. El estudio geológico de detalle de dicha erupción, así como la reinterpretación de los relatos de la época, indican que parte del aparato volcánico del volcán San Antonio era un cono piroclástico preexistente, en parte hidromagmático, de una erupción de unos miles de años de antigüedad (Carracedo *et al.*, 1996) (Fig. 24). Por otra parte, esta erupción supuso un importante sobresalto para los recursos económicos de la isla, ya que hacia el 26 de noviembre de 1677 destruyó y enterró la Fuente Santa, fuente natural de agua caliente que fue aprovechada por gentes de Europa y América durante décadas para la cura de enfermedades sobre todo de la piel. Este acontecimiento destructivo quedó



Fig. 24. Volcán San Antonio prehistórico y aparato de la erupción de 1677 (según Carracedo *et al.*, 1996).

grabado en la memoria de los habitantes de la isla a lo largo de más de tres siglos, hasta que ha vuelto a ser desenterrada a principios de este siglo (Soler, 2007).

Las dos últimas erupciones acontecidas en La Palma durante el siglo XX contaron con el seguimiento de expertos que contribuyeron con sus observaciones y datos a un mejor conocimiento de ellas. Se trata de las erupciones del volcán de San Juan en 1949 (Bonelli, 1950; Romero *et al.*, 1950; Romero & Bonelli, 1951; San Miguel de la Cámara *et al.*, 1952) y del volcán Teneguía en 1971 (Araña & Fúster, 1974; Afonso *et al.*, 1974; Fernández Santín *et al.*, 1974; Machado & Pliego, 1974; y otras publicaciones que fueron objeto de una monografía científica denominada Volumen Teneguía). De la erupción del volcán San Juan se aportaron los primeros datos sísmicos, petrológicos y geoquímicos de una erupción en Canarias. Se hizo un seguimiento de los centros de emisión piroclásticos (Duraznero y Hoyo Negro) y de los salideros de lava (Llano del Banco), se relató el episodio hidromagmático del cráter de Hoyo Negro y también se proporcionaron los primeros documentos fotográficos de la erupción (Fig. 25). Precisamente, a raíz de las grietas producidas durante esta erupción, algunos autores plantearon, con poco fundamento, la posibilidad de un deslizamiento gigante en Cumbre Vieja (Ward & Day, 2001), ya que no se encontraron indicios de que dichas fracturas se hubieran movido (Moss *et al.*, 1999), por lo que, en función de los datos y la historia vulcanológica reciente de la isla, es extremadamente improbable a corto plazo un colapso lateral masivo de Cumbre Vieja (Pararas-Carayannis, 2002). La publicidad inapropiada de algunos medios de comunicación a modelos de probabilidad basados en datos incorrectos propició una innecesaria ansiedad y preocupación en la población, tanto en Canarias como fuera de ella, ya que fue alarmada por la posibilidad de que se pudiera producir un inmenso tsunami en el Archipiélago y en áreas costeras muy alejadas (Pararas-Carayannis, 2002).

El volcán Teneguía fue la primera erupción que se pudo estudiar con detalle en Canarias por un grupo multidisciplinar, que abarcó áreas como sismicidad, geoquímica de gases, petrología y geoquímica de rocas, estudio del proceso eruptivo, etc., que a pesar de la breve duración de la erupción, pudo aprovechar la manifestación de una variedad inusual de fenómenos volcánicos en una erupción estromboliana, como diversidad de coladas y piroclastos, variaciones en mecanismos eruptivos, variedad de enclaves máficos y ultramáficos en las lavas, intensa actividad fumaroliana, etc. (Araña & Fúster, 1974).

Síntesis vulcaestratigráfica

A modo de resumen, en la Fig. 26 se muestra el conjunto de dataciones radiométricas obtenidas hasta ahora en las lavas subaéreas de la isla (modificada de Carracedo *et al.*, 2001). La desviación de algunas de las edades ya fue discutida por Guillou *et al.* (2001), quienes opinaron que, en

general, las edades de algunos autores son demasiado altas debido principalmente al exceso de argón atrapado en los fenocristales de las rocas analizadas.



Fig. 25. Grietas generadas en la erupción del volcán San Juan en 1949 (Foto en Bonelli, 1950).

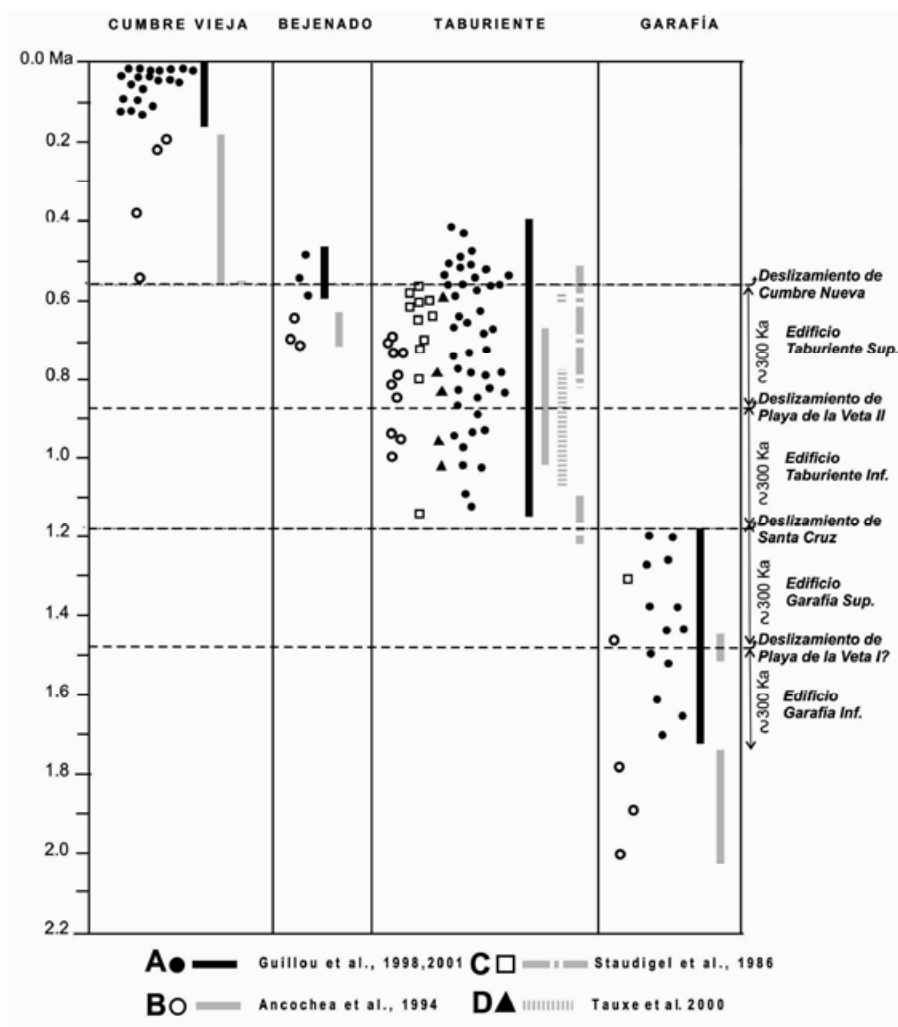


Fig. 26. Edades radiométricas obtenidas en los edificios subaéreos de La Palma según diferentes autores (modificado de Carracedo *et al.*, 2001). Se indica la edad aproximada de los deslizamientos que han afectado a los distintos edificios.

Si se acepta que el deslizamiento más dudoso de Playa de la Veta I tuvo lugar alrededor de 1,48 Ma, entonces la construcción de cada uno de los cinco edificios volcánicos en el Escudo Norte, excepto el Bejenado, ha tenido lugar en un tiempo similar y aproximado de unos 300 ka. Ello significaría que la tasa eruptiva en los escudos y el desarrollo de cada uno de los edificios del norte de la isla han seguido una pauta que se ha repetido cuatro veces cada 300 ka y cabría esperar que esta pauta se repitiera en el mismo tiempo para el Edificio Cumbre Vieja.

Una síntesis de la evolución geológica de la isla se expone en la Fig. 27 (modificada de Colmenero *et al.*, 2012), en la que se indican los episodios constructivos y los eventos destructivos ya comentados.

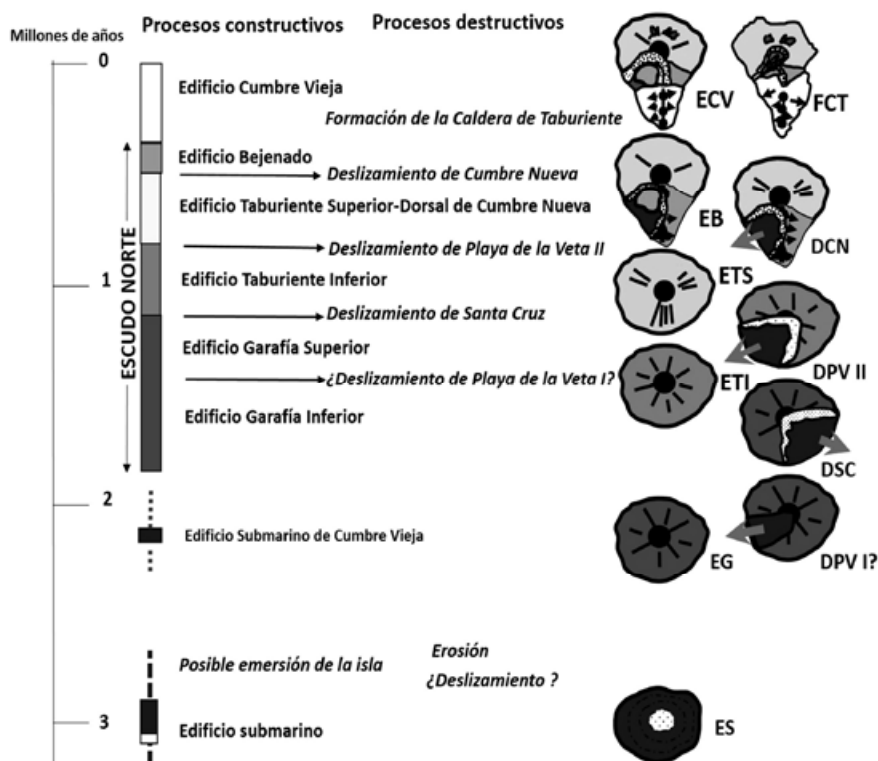


Fig. 27. Cronología de los edificios volcánicos y evolución geológica de La Palma (basado en Carracedo *et al.*, 2001; Colmenero *et al.*, 2012; y Van den Bogaard, 2013). Las abreviaturas hacen referencia a los edificios volcánicos y a los deslizamientos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias y a la Fundación Telesforo Bravo-Juan Coello la invitación al Dr. Julio de la Nuez a participar en la XIII Semana Científica Telesforo Bravo para tratar sobre la geología de la isla de La Palma.

Las dataciones radiométricas aportadas en este trabajo fueron realizadas por la Dra. Pilar González Montero de la Universidad de Granada y el Dr. Fred Jourdan de la Universidad de Curtin, ambos siempre han estado dispuestos a colaborar en lo que fuera necesario.

Durante todos estos años siempre hemos recibido el apoyo y el reconocimiento del personal del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, tanto de la Guardería, como del Director-conservador D. Ángel Palomares Martínez, como también del personal del Heredamiento de las Haciendas de Argual y Tazacorte, en especial, de su anterior administrador D. Rosendo Luis Cáceres.

También es preciso indicar que la comunicación que aquí se expone ha sido posible gracias a la ayuda financiera de diversas instituciones en forma, fundamentalmente, de becas y proyectos de investigación (Proyectos: PB94-0596; BTE2000-0823; BTE2003-00569; CGL2006-00970/BTE; CGL2009-07775/BTE; 529/2012; CGL2016-75062-P del Gobierno de España; PI2000-026; PI2003-106; PI2008-250 del Gobierno de Canarias).

Asimismo, hemos recibido el apoyo y la ayuda de otros organismos y entidades, como del Cabildo de La Palma, de Comunidades de Propietarios de Galerías, como las de Canto de los Tilos, Tenerra, Los Hombres, Fuente Barbuzano, etc., y de numerosos vecinos de la isla.

Bibliografía

- AFONSO, A., A. APARICIO, A. HERNÁNDEZ-PACHECO & E.R. BADIOLA (1974). Morphology evolution of Teneguía volcano área. *Estudios Geológicos* vol. Teneguía: 19-26.
- ANCOCHEA, E. (2016). Evolución geológica de la isla de La Gomera. En: Afonso-Carrillo, J. (Ed.): *La Gomera: entre bosques y taparuchas*, pp. 101-137. Actas de la XI Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. Puerto de la Cruz.
- ANCOCHEA, E., J.L. BARRERA, F. BELLIDO, R. BENITO, J.L. BRÄNDLE, J.M. CEBRIÁ, J. COELLO, C.R. CUBAS, J. DE LA NUEZ, M. DOBLAS, J.A. GÓMEZ, F. HERNÁN, R. HERRERA, M.J. HUERTAS, J. LÓPEZ-RUIZ, J. MARTÍ, M. MUÑOZ & J. SAGREDO (2004). Capítulo 8: Canarias y el vulcanismo neógeno peninsular. En: J.A. Vera (Ed.). *Geología de España*, pp. 635-682. Instituto Geológico y Minero de España y Sociedad Geológica de España.
- ANCOCHEA, E., J.L. BRÄNDLE, C.R. CUBAS, F. HERNÁN & M.J. HUERTAS (1996). Volcanic complexes in the Eastern ridge of the Canary Islands: the Miocene activity of the island of Fuerteventura. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 70: 193-204.
- ANCOCHEA, E., F. HERNÁN, A. CENDRERO, J.M. CANTAGREL, J.M. FUSTER, E. IBARROLA & J. COELLO (1994). Constructive and destructive episodes in the building of a young oceanic island, La Palma, Canary Islands, and genesis of the Caldera de Taburiente. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 60: 243-262.
- ANCOCHEA, E., F. HERNÁN, M.J. HUERTAS, J.L. BRÄNDLE & R. HERRERA (2006). A new chronostratigraphical and evolutionary model for La Gomera: Implications

- for the overall evolution of the Canarian Archipelago. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 157: 271-293.
- ARAÑA, V. & J.M. FÚSTER (1974). La erupción del volcán Teneguía, La Palma, Islas Canarias. *Estudios Geológicos* vol. Teneguía: 15-18.
- ARAÑA, V. & E. IBARROLA (1973). Rhyolitic pumice in the basaltic pyroclasts from the 1971 eruption of Teneguía volcano, Canary Islands. *Lithos* 6: 273-278.
- BONELLI RUBIO, J.M. (1950). *Contribución al estudio de la erupción del volcán del Nambroque o San Juan (Isla de La Palma)*. Instituto Geográfico y Catastral. 32 pp.
- BRAVO, T. (1964). Estudio geológico y petrográfico de la isla de La Gomera. I. Estudio Geológico. *Estudios Geológicos* 20: 1-21.
- CARRACEDO, J.C. (2011). *Geología de Canarias I (origen, evolución, edad y volcanismo)*. Ed. Rueda. 398 pp.
- CARRACEDO, J.C., E.R. BADIOLA, H. GUILLOU, J. DE LA NUEZ & F.J. PÉREZ TORRADO (2001). Geology and volcanology of La Palma and El Hierro, Western Canaries. *Estudios Geológicos* 57: 175-273.
- CARRACEDO, J.C., S. DAY, H. GUILLOU & P. GRAVESTOCK (1999). Later stages of volcanic evolution of La Palma, Canary Islands: Rift evolution, giant landslides and the genesis of the Caldera de Taburiente. *Geological Society of America Bulletin* 111: 755-768.
- CARRACEDO, J.C., S. DAY, H. GUILLOU & E. RODRÍGUEZ BADIOLA (1996). The 1677 eruption of La Palma, Canary Islands. *Estudios Geológicos* 52: 103-114.
- CARRACEDO, J.C. & R.I. TILLING (2003). *Geología y volcanología de islas volcánicas oceánicas Canarias-Hawaii*. Caja General de Ahorros de Canarias Pub. 293, 73 pp.
- CARRACEDO, J.C. & V.R. TROLL (2016). *Geology of the Canary Islands*. Ed. Elsevier. 621 pp.
- CARRACEDO, J.C., V.R. TROLL, K. ZACZEK, A. RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, V. SOLER & F.M. DEEGAN (2015). The 2011–2012 submarine eruption off El Hierro, Canary Islands: New lessons in oceanic island growth and volcanic crisis management. *Earth-Science Reviews* 150: 168-200.
- CAS, R.A.F. (1990). Submarine volcanism: eruption styles, products, and relevance to understanding the host-rock sucesions to volcanic-hosted massive sulphide deposits. *Economic Geology* 87: 511-541.
- CASILLAS, R., J. DE LA NUEZ, J.R. COLMENERO & C. FERNÁNDEZ (2016a). El Complejo Lóbulo-Hialoclastítico Traquítico de la Caldera de Taburiente (La Palma, Islas Canarias). IX Congreso Geológico de España. *Geo-Temas*, 16 (1) ISSN 1576-5172: 399-402.
- CASILLAS, R., J. DE LA NUEZ, C. FERNÁNDEZ & J.R. COLMENERO (2016b). Composición y origen de los roques centrales de la Caldera de Taburiente (La Palma, Islas Canarias): restos de láminas deslizadas. IX Congreso Geológico de España. *Geo-Temas*, 16 (1) ISSN 1576-5172: 395-399.
- CASTILLO, C., J. USERA, D. LICHÉ, J. DE LA NUEZ & R. CASILLAS (2002). Estudio preliminar de los foraminíferos de la formación volcánica submarina de La Palma (Islas Canarias). XVIII Jornadas de la Sociedad Española de

- Paleontología y II Congreso Ibérico de Paleontología. Salamanca. Libro de resúmenes, 19-20.
- COLMENERO, J.R., J. DE LA NUEZ, R. CASILLAS & C. CASTILLO (2008). Caracteres de los conglomerados y brechas epiclásticos de La Palma (Islas Canarias) y su relación con grandes deslizamientos y génesis de la Caldera de Taburiente. VIII Congreso Geológico de España. *Geo-Temas* 10, (ISSN: 1567-5172) 123-126.
- COLMENERO, J.R., J. DE LA NUEZ, R. CASILLAS & C. CASTILLO (2012). Epiclastic deposits associated with large-scale landslides and the formation of erosive calderas in oceanic islands: The example of the La Palma Island (Canary Archipelago). *Geomorphology* 177-178: 108-127.
- CUBAS, C.R. (1981). Los procesos de fusión de xenolitos fonolíticos incluidos en lavas históricas de La Palma. *IV Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica* 1779-1797.
- DAY, S., J.C. CARRACEDO, H. GUILLOU & P. GRAVESTOCK (1999). Recent structural evolution of the Cumbre Vieja Volcano, La Palma, Canary Islands: Volcanic rift zone reconfiguration as a precursor to volcanic flank instability? *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 94: 135-167.
- DE LA NUEZ, J. (1983). *El Complejo Intrusivo Subvolcánico de la Caldera de Taburiente, La Palma (Canarias)*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 401 pp.
- DE LA NUEZ, J. & R. ARENAS (1988). El metamorfismo hidrotermal de los gabros de la Caldera de Taburiente, La Palma (Islas Canarias). *Revista d' Investigacions Geològiques* 44-45: 193-212.
- DE LA NUEZ, J., R. CASILLAS, M.L. QUESADA, C. FERNÁNDEZ & J.R. COLMENERO (2016). Caracterización geoquímica del complejo lóbulo-hialoclastítico submarino de la Caldera de Taburiente (La Palma, Islas Canarias). *Geo-temas*, 16(1) ISSN 1576-5172: 407-411.
- DE LA NUEZ, J. & M.L. QUESADA (1999). El edificio hidromagmático de Montaña Goteras en La Palma (Islas Canarias). *Boletín Geológico y Minero* 110: 19-24.
- DE ROSEN-SPENCE, A., G. PROVOST, E. DIMROTH, K. GOCHNAUER & V. OWEN (1980): Archean subaqueous felsic flows, Rouyn-Noranda, Quebec, Canada, and their quaternary equivalents. *Precambrian Research* 12: 43-77.
- FERNÁNDEZ, C., J. DE LA NUEZ, R. CASILLAS & E. GARCÍA NAVARRO (2002). Stress field associated with the growth of a large shield volcano (La Palma, Canary Islands). *Tectonics* 21, 1031, 10.1029/2000TC900038.
- FERNÁNDEZ, C., J. DE LA NUEZ, R. CASILLAS, E. GARCÍA NAVARRO & J.R. COLMENERO (2016). Estudio estructural de la superficie basal del deslizamiento gravitacional de Playa de la Veta II en la Caldera de Taburiente (La Palma, Islas Canarias). IX Congreso Geológico de España. *Geo-Temas*, 16 (1) ISSN 1576-5172: 439-442.
- FERNÁNDEZ SANTÍN, S., F. HERNÁN, L.F. NAVARRO & D. PLIEGO (1974). Petrographic study of basaltic materials emitted by Teneguía volcano (La Palma, Canary Islands, October 27th-November 19th, 1971). *Estudios Geológicos* vol. Teneguía: 27-33.

- GUILLOU, H., J.C. CARRACEDO & S. DAY (1998). Dating of the Upper Pleistocene-Holocene volcanic activity of La Palma using unspiked K-Ar technique. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 86: 137-149.
- GUILLOU, H., J.C. CARRACEDO & R.A. DUNCAN (2001). K-Ar, ^{40}Ar - ^{39}Ar ages and magnetostratigraphy of Brunhes and Matuyama lava sequences from La Palma Island. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 106: 175-194.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, A. (1971). Nota previa sobre el complejo basal de la isla de La Palma (Canarias). *Estudios Geológicos* 27: 255-265.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, A. (1990). La erupción del Tahuya en 1585 y el origen de los Roques de Jedey, La Palma, Canarias. *Secretariado de Publicaciones de la Universidad de La Laguna*, Tomo Homenaje al prof. Telesforo Bravo, 425-446.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, A. & J. DE LA NUEZ (1983). Las extrusiones sálicas del sur de la isla de La Palma. *Estudios Geológicos* 39: 3-30.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, A. & S. FERNÁNDEZ SANTÍN (1974). Las formaciones volcánicas submarinas de la Caldera de Taburiente en La Palma (Canarias) y sus transformaciones metasomáticas. *Proceedings of the Symposium on Andean and Antarctic Volcanology problems* (Santiago, Chile) pp. 98-111.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, A. & M.C. VALLS (1982). The historic eruptions of La Palma Island (Canaries). *Arquipelago, Universidade dos Açores. Série Ciências da Natureza* 3: 83-94.
- HILDENBRAND, A., P.-Y. GILLOT, V. SOLER & P. LAHITTE (2003). Evidence for a persistent uplifting of La Palma (Canary Islands), inferred from morphological and radiometric data. *Earth and Planetary Science Letters* 210: 277-289.
- KLÜGEL, A., M.A. LONGPRÉ, L. GARCÍA-CAÑADA & J. STIX (2015). Deep intrusions, lateral magma transport and related uplift at ocean island volcanoes. *Earth and Planetary Science Letters* 43:140-149.
- KLÜGEL, A., H.U. SCHMINCKE, J.D.L. WHITE & K.A. HOERNLE (1999). Chronology and volcanology of the 1949 multi-vent rift-zone eruption on La Palma (Canary Islands). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 94: 267-282.
- MACHADO, F. & D. PLIEGO (1974). Rheology of the lava of Teneguía eruption (Island of La Palma, Canary Islands, 1971). *Estudios Geológicos* vol. Teneguía: 35-40.
- MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA 1085 III-IV El Pueblo (2015). Escala 1:25.000. Instituto Geológico y Minero de España. *Mapa y Memoria* 170 pp.
- MARTÍ, J., J.M. MITJAVILA & V. ARAÑA (1995). The Las Cañadas Edifice and Caldera. En: J. Martí y J. Mitjavila (Ed.). *A field guide to the Central Volcanic Complex of Tenerife (Canary Islands)*, pp. 19-38. Serie Casa de los Volcanes. Cabildo Insular de Lanzarote.
- MASSON, D.G., A.B. WATTS, M.J.R. GEE, R. URGELES, N.C. MICHELL, T.P. LE BAS & M. CANAL (2002). Slope failures on the flanks of the western Canary Islands. *Earth-Science Reviews* 57: 1-35.
- MELETIDIS, S., A. DI ROBERTO, M. POMPILIO, A. BERTAGNINI, I. IRIBARREN, A. FELPETO, P.A. TORRES & C. D'ORIANO (2012). Xenopumices from the 2011-2012 submarine eruption of El Hierro (Canary Islands, Spain): Constraints on the plumbing system and magma ascent. *Geophysical Research Letters* 39, L17302, doi: 10.1029/2012GL052675.

- MORGAN, L.A. & K.J. SCHULTZ (2012). 5. *Physical Volcanology of Volcanogenic Massive Sulfide Deposits*, pp. 63-100. Scientific Investigations Report 2010–5070–C. U.S.D.I. y U.S.G.S.
- MOSS, J.L., W.J. MCGUIRE & D. PAGE (1999). Ground deformation monitoring of a potential landslide at La Palma, Canary Islands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 94: 251-265.
- NAVARRO, J.M. & J.J. COELLO (1993). *Mapa geológico del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- NAVARRO, J.M. & I. FARRUJIA (1989). *Bases para el planeamiento hidrogeológico insular. Aspectos geológicos e hidrogeológicos*. Cabildo Insular de Tenerife. 145 pp.
- PARARAS-CARAYANNIS, G. (2002). Evaluation of the threat of megatsunami generation from postulated massive slope failures of island volcanoes on La Palma, Canary Islands, and on the Island of Hawaii. *Science of Tsunami Hazards* 20: 251-277.
- RECK, H. (1928). Zur deutung der vulkanischen geschichte und der calderabildung auf der insel La Palma. *Zeitschrift für Vulkanologie* band 11: 217-243.
- RODRÍGUEZ-LOSADA, J.A., A. EFF-DARWICH, L.E. HERNÁNDEZ, R. VIÑAS, N. PÉREZ, P. HERNÁNDEZ, G. MELIÁN, J. MARTÍNEZ-FRÍAS, M.C. ROMERO-RUIZ & J.J. COELLO-BRAVO (2015). Petrological and geochemical highlights in the floating fragments of the October 2011 submarine eruption offshore El Hierro (Canary Islands): Relevance of submarine hydrothermal processes. *Journal of African Earth Sciences* 102: 41-49.
- ROMERO ORTIZ, J. & J.M. BONELLI RUBIO (1951). *La erupción del Nambroque (Junio-Agosto de 1949)*. Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica. Instituto Geográfico y Catastral. 105 pp.
- ROMERO ORTIZ, J., D. RECONDO, W. CASTILLO, M. VIDARTE & E. FERNÁNDEZ (1950). La erupción del Nambroque en la isla de La Palma. *Boletín Geológico y Minero de España* 63: 3-163.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M., J.M. FÚSTER & M. MARTEL (1952). Las erupciones y materiales arrojados por ellas en la isla de La Palma. Junio-Julio de 1949. *Bulletin Vulcanologique* 12-13: 145-163.
- SANTIAGO, M. (1960). Los volcanes de La Palma (Islas Canarias). *El Museo Canario* 75-76. Homenaje a Simón Benítez Padilla, pp. 281-346.
- SCHIFFMAN, P. & H. STAUDIGEL (1995). The smectite to chlorite transition in a fossil seamount hydrothermal system: the Basement Complex of La Palma, Canary Islands. *Journal of Metamorphic Geology* 13: 487-498.
- SIGMARSSON, O., D. LAPORTE, M. CARPENTIER, B. DEVOUARD, J.L. DEVIDAL & J. MARTÍ (2013). Formation of U-depleted rhyolite from a basanite at El Hierro, Canary Islands. *Contribution to Mineralogy and Petrology* 165: 601-622.
- SOLER, C. (2007). *La historia de la Fuente Santa*. Ed. Turquesa. 430 pp.
- STAUDIGEL, H. & D.A. CLAGUE (2010). The geological history of deep-sea volcanoes. Biosphere, hydrosphere and lithosphere interactions. *Oceanography* 23: 58-71.

- STAUDIGEL, H., G. FERAUD & G. GIANNERINI (1986). The history of intrusive activity on the island of La Palma (Canary Islands). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 27: 299-322.
- STAUDIGEL, H. & H.U. SCHMINCKE (1984). The Pliocene Seamount Series of La Palma, Canary Islands. *Journal of Geophysical Research* 89: 11195-11215.
- TAUXE, L., H. STAUDIGEL & J.R. WIJBRANS (2000). Paleomagnetism and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages from La Palma in the Canary Islands. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 1. Paper number 2000GC000063.
- TROLL, V.R., A. KLÜGEL; M.A. LONGPRÉ; S. BURCHARDT, F.M. DEEGAN, J.C. CARRACEDO; S. WIESMAIER, U. KUEPPERS, B. DAHREN, L.S. BLYTHE, T.H. HANSTEEN, C. FREDÁ, D.A. BUDD, E.M. JOLIS, E. JONSSON, F.C. MEADE, C. HARRIS, S.E. BERG, L. MANCINI, M. POLACCI & K. PEDROZA (2012). Floating stones off El Hierro, Canary Islands: xenoliths of pre-island sedimentary origin in the early products of the October 2011 eruption. *Solid Earth* 3: 97-110.
- URGELÉS, R., D.G. MASSON, M. CANALS, A.G. WATTS & T. LE BAS (1999). Recurrent giant landslides on the west flank of La Palma. Canary Islands. *Journal of Geophysical Research* 104: 25331-25348.
- VAN DEN BOGAARD, P. (2013). The origin of the Canary Islands seamount province- New ages of old seamounts. *Scientific Reports* 3: 2107. DOI: 10.1038/srep02107.
- VON BUCH, L. (1825). *Physikalische beschreibung der Canarischen Inseln*. Berlín 201 pp.
- VON KNEBEL, W. (1906). Studien zur Oberflächengestaltung der Insel Palma und Ferro. *Globus* 90: 20-21.
- WARD, S.N. & S. DAY (2001). Cumbre Vieja Volcano- Potential collapse and tsunamis at La Palma, Canary Islands. *Geophysical Research Letters* 28: 3397-3400.

3. El cielo de Canarias: una ventana al Universo

Ricardo Tanausú Génova Santos y Antonia María Varela

*Investigadores del Instituto de Astrofísica de Canarias
(IAC)*

Los telescopios mayores y más avanzados son instalados en lugares especialmente seleccionados por su calidad, y los dos observatorios de Canarias comparten con Mauna Kea en Hawaii (4200 m s.n.m.) y Desierto de Atacama en Chile (5000 m s.n.m.) las condiciones idóneas para observar el cielo, a pesar de su menor altitud (2400 m s.n.m.). Las singulares condiciones específicas de latitud, orografía y clima de Canarias hacen que nuestros observatorios exhiban una calidad comparable. La inversión térmica presente en las cumbres de nuestras islas más altas (Tenerife y La Palma), junto con la presencia de los vientos alisios propicia unas características extraordinarias para las observaciones astronómicas.

Desde el siglo XVIII hay evidencias publicadas de la calidad de los cielos de Canarias y las primeras observaciones astronómicas de carácter profesional se deben a Charles Piazzi Smyth en el siglo XIX, seguidas por las de Jean Mascart a principios de siglo XX (Varela, 1997). Alrededor de la década de los 60 del pasado siglo se establece el germen que conduciría a la creación tanto de los observatorios del Teide (Tenerife) y en la década de los 70 el del Roque de los Muchachos (Garafía, La Palma), como del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), oficialmente inaugurados en 1985, resultado de un valioso acuerdo de cooperación internacional. Estas colaboraciones han supuesto un inestimable beneficio que ha permitido el despegue y la consolidación de la Astrofísica española a nivel mundial.

El efecto de la atmósfera en las observaciones astronómicas

La atmósfera que envuelve nuestro planeta produce un fenómeno conocido como “extinción”, consistente en la absorción y dispersión de los fotones (partículas de luz) procedentes del exterior al interaccionar con las partículas que constituyen la atmósfera. Esto da lugar a una atenuación de la intensidad de radiación emitida por los diversos objetos y fenómenos astronómicos, que se manifiesta en todas las longitudes de onda, aunque con diferente intensidad. Este efecto está representado en la figura 1, donde se ve la absorción relativa de la atmósfera en función de la longitud de onda de la radiación incidente, para todo el espectro electromagnético, desde el rango de ondas de radio hasta el rango de rayos gamma. Puede verse con claridad que hay dos regiones donde la atmósfera transmite prácticamente toda la radiación: el rango visible, y el rango de ondas de radio. Es por ello que estas dos zonas del espectro han sido tradicionalmente denominadas las ventanas visible y de radio, respectivamente, dado que en estas longitudes de onda es posible realizar observaciones astronómicas desde Tierra. Nótese que también hay algunas pequeñas bandas en la zona infrarroja del espectro donde la atmósfera es relativamente transparente. Sin embargo, en el resto de longitudes de onda (principalmente en el rango ultravioleta, en rayos X y en rayos gamma) la atmósfera es prácticamente opaca, esto es, bloquea la mayor parte de los fotones que recibe. Es por ello que para realizar observaciones en estas regiones del espectro es necesario desarrollar telescopios a bordo de satélites espaciales.

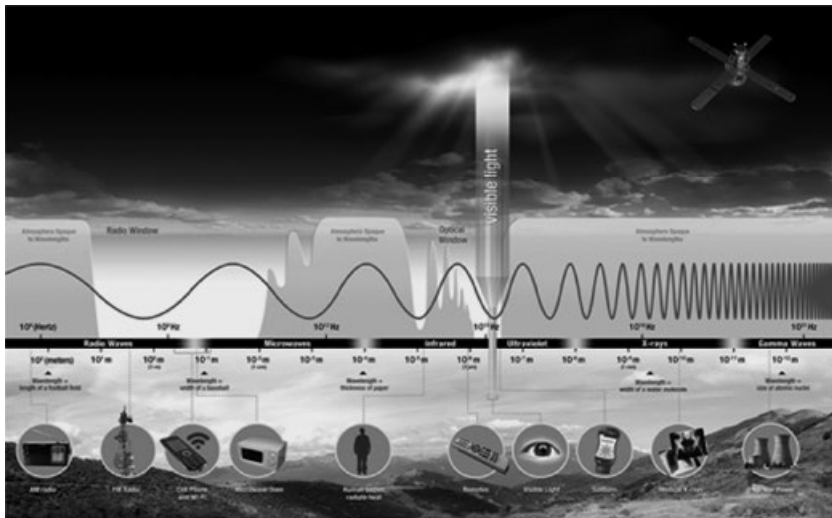


Fig. 1. Absorción atmosférica en función de la longitud de onda de la radiación incidente. Crédito: NASA.

Además de los fenómenos de extinción y absorción, la turbulencia atmosférica afecta de manera notable las observaciones astronómicas. La turbulencia es un fenómeno físico que está asociado a flujos que presentan una alta convección y rápidos cambios (tanto en el espacio como en el tiempo) de la presión y la temperatura del fluido. Lo que ocurre es que las trayectorias de los fotones son distorsionadas (como consecuencia de cambios espaciales en el índice de refracción) al atravesar un flujo turbulento atmosférico, dando como resultado un emborronamiento y disminución de nitidez y calidad de la imagen astronómica tomada.

El efecto se aprecia de manera clara en la figura 2, donde se comparan imágenes tomadas sobre una misma región de cielo (conocida como campo GOODS Norte) con un telescopio en Tierra y con un telescopio espacial. Hay detalles que se pueden visualizar con claridad desde el espacio, a pesar del menor tamaño del telescopio, pero no desde Tierra.

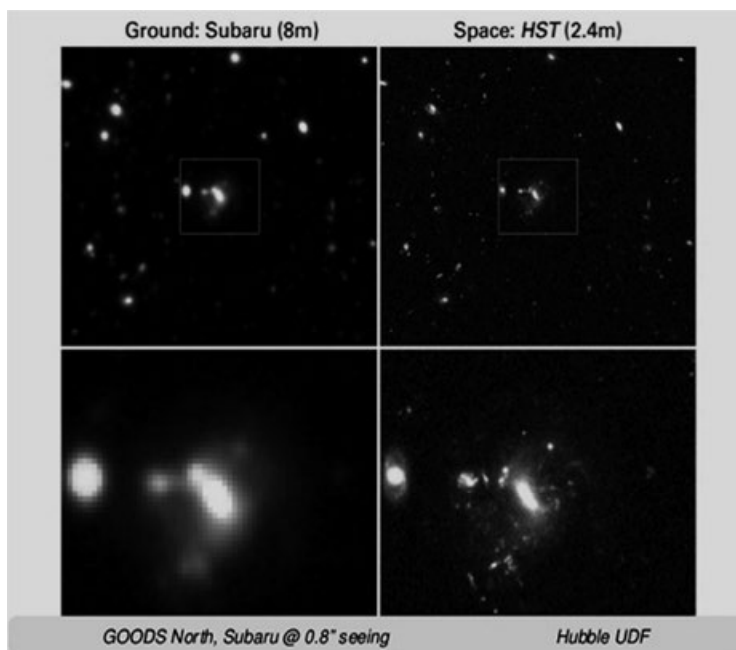


Fig. 2. Imagen de una región del cielo (conocida como campo GOODS Norte) observada con el telescopio Subaru (telescopio japonés, de 8 m de diámetro situado en Mauna Kea, Hawaii), y con el telescopio espacial Hubble (HST, con un espejo de 2,4 m de diámetro). Crédito: NASA, Mauro Giavalisco, Lexi Moustakas, Peter Capak, Len Cowie y el equipo GOODS.

Por estos motivos, para observar el cielo en la ventana visible, en la ventana de radio, o en las bandas en el infrarrojo donde la opacidad atmosférica no es muy alta, es necesario acceder a los lugares más altos

posibles, con el fin de minimizar la trayectoria total de los fotones a través de la atmósfera, y así reducir en lo posible los efectos anteriores.

Obviamente, no sólo la altura es importante por el contenido de vapor de agua sino también elegir sitios con poca turbulencia atmosférica, es decir, donde el flujo de aire sea predominantemente laminar. Un flujo laminar es lo contrario a un flujo turbulento, es decir, que presenta suaves variaciones de temperatura y presión. El fluido se mueve en capas laminares, paralelas, sin entremezclarse, de forma ordenada y estratificada. Es algo que suele también producirse en las capas más altas de la atmósfera, en lugares alejados de accidentes geográficos que obstaculicen el flujo del viento dando lugar a una transformación de flujo laminar en flujo turbulento. El efecto de la turbulencia emborronando las imágenes astronómicas es lo que se conoce como nitidez o *seeing*.

De esto ya se dio cuenta Sir Isaac Newton en 1704, cuando en su libro *Opticks* afirmó “... telescopes must be installed where the atmosphere is calm and quiet, rather than at sea level...” (los telescopios deben ser instalados donde la atmósfera sea tranquila y suave, en lugar de a nivel del mar). Se reduce así también la cantidad total de vapor de agua en la atmósfera a lo largo de la línea de visión (lo conocido como “vapor de agua precipitable”), que es uno de los factores más importantes que contribuye a aumentar la opacidad, sobre todo en el rango de radio y en el infrarrojo. Pero el contenido de vapor de agua precipitable no depende solo de la altitud sino de la temperatura, y ello hace que los perfiles de transmisión atmosférica en infrarrojo para Hawaii puedan ser similares a los obtenidos en lugares más cálidos aunque más bajos como en los Observatorios de Canarias (OOC) (Hammersley *et al.*, 2018; García-Lorenzo *et al.*, 2010).

En la actualidad, para corregir los defectos introducidos por la atmósfera se pueden utilizar modernas técnicas de óptica adaptativa (técnicas consistentes en contrarrestar o corregir en tiempo real los efectos de la atmósfera terrestre en las imágenes astronómicas), gracias a las cuales es posible conseguir mejor resolución espacial con grandes telescopios terrestres que la obtenida con los actuales espaciales. Un ejemplo será el telescopio de 30 m (*Thirty Meter Telescope*, TMT), que utilizará un sistema de óptica adaptativa que le permitirá superar la calidad de las imágenes tomadas por el telescopio espacial HST (ver detalles en www.tmt.org). Ambas técnicas seguirán siendo complementarias en las próximas décadas.

Además de los anteriores hay que tener en cuenta otros factores como: la contaminación lumínica (principalmente en el caso de observaciones en el óptico), la radiointerferencia (en el caso de observaciones de radio; producida por comunicaciones de satélite, televisión, telefonía móvil, etcétera), las condiciones del clima (evitar lugares con mucho viento, mucha lluvia, nieve, o alta frecuencia de aparición de nubes), también se tiene en cuenta la presencia de polvo mineral o cenizas volcánicas, la

incidencia de terremotos (que puedan dañar la instrumentación instalada) y la latitud geográfica (el cielo que se ve desde el hemisferio sur y desde el norte son diferentes).

Precisamente el IAC fue pionero en la creación de una ley, la Ley del Cielo 31/1998, para la protección de la contaminación lumínica, radioeléctrica, atmosférica y de rutas aéreas en un ámbito extenso en torno a los OOC. Actualmente otras comunidades españolas y otros territorios internacionales, están contemplando la contaminación lumínica como un elemento importante a integrar en las normativas de protección medioambiental y de biodiversidad. En 1992 se crea en el IAC la Oficina Técnica de Protección del Cielo (OTPC) para velar por esta Ley y realizar informes técnicos de alumbrado (ver www.iac.es/otpc).

Por todos los motivos mencionados anteriormente los mejores, mayores y más avanzados telescopios han sido siempre instalados en lugares especialmente seleccionados sobre el globo terráqueo. La figura 3 muestra las localizaciones de los mejores observatorios del Mundo. Los tres lugares que presentan unas mejores condiciones para observar el cielo son Mauna Kea en Hawaii, el Desierto de Atacama en Chile y los dos observatorios en las islas Canarias. Como veremos en el siguiente apartado, las condiciones específicas de latitud, orografía y clima de Canarias hacen que nuestros observatorios, a pesar de su menor altura sobre el nivel del mar (2400 m) en comparación con Mauna Kea (4200 m) o Atacama (5000 m), tengan una calidad comparable.



Fig. 3. Localización de los mejores observatorios en el Mundo. Las estrellas indican los tres mejores observatorios con las mejores condiciones para observaciones astronómicas (Mauna Kea en Hawaii, el Desierto de Atacama en Chile, y las Islas Canarias). En los tres se han instalado las mejores instalaciones telescópicas que existen en la actualidad, con la instrumentación más avanzada. Los puntos indican algunos otros observatorios. Crédito: NASA, *Astronomy Picture of the Day* (la imagen de fondo corresponde a la que fue seleccionada como *Astronomy Picture of the Day* el 11 de agosto de 2002, y muestra el nivel de iluminación nocturna en la Tierra).

En las últimas décadas se han implementado numerosos parámetros y técnicas en la lista de factores que determinan la calidad astronómica de un lugar (ver web del Grupo de Calidad de Cielo del IAC www.iac.es/site-testing y referencias incluidas), muchos de ellos relacionados con la alta resolución espacial y técnicas de óptica adaptativa (que mejoran la calidad de imagen en tiempo real con diseños ópticos). No solo es importante conocer la cantidad de turbulencia sino cómo se distribuye en altura, cuánto de estable es, etc. O el contenido de sodio mesosférico porque con él pueden generarse estrellas láser artificiales, indispensables en los futuros gigatelescopios. También son importantes los modelos de predicción de la meteorología, del vapor de agua y de la nitidez atmosférica o *seeing*. A todo ello se suman aspectos logísticos, culturales, sociales y económicos.

Condiciones específicas de la atmósfera y del cielo de Canarias

En Canarias, las condiciones de la atmósfera, y en general, el clima, están dominados por una combinación de los siguientes factores: su latitud subtropical próxima al Trópico de Cáncer (alrededor de los 28 grados norte), la orografía del terreno, la presencia del anticiclón de las Azores, y la corriente oceánica de El Golfo.

En la figura 4 se muestra la configuración típica de flujos de viento a escala mundial. En el hemisferio norte entre el Trópico de Cáncer y el Ecuador, la circulación del viento a nivel de superficie se produce típicamente de norte a sur. En el hemisferio sur se da la situación inversa y la circulación entre el Trópico de Capricornio y el Ecuador es predominantemente de sur a norte. Esto da como resultado un encuentro de masas de aire húmedo en el Ecuador provenientes de sentidos opuestos. Debido a alta radiación solar en el Ecuador, estas masas de aire se calientan, disminuyen su densidad, y como consecuencia se produce un flujo de aire vertical que desplaza masas de aire a capas altas de la atmósfera. Esto da como resultado una disminución de la presión a nivel de superficie, y por ello en el Ecuador se encuentran normalmente zonas de bajas presiones. Estas masas de aire procedentes de la superficie se desplazan en capas altas desde el Ecuador hacia los polos, dando lugar a un progresivo enfriamiento y aumento de su densidad. Como resultado se produce un descenso a la superficie, a una latitud de $\approx 30^\circ$. Posteriormente se produce un desplazamiento hacia el Ecuador a nivel de superficie (los llamados “vientos alisios”), reemplazando en el Ecuador las masas de aire que previamente se habían elevado a capas altas tras su calentamiento, y cerrándose así la denominada “célula de Hadley”. El factor importante aquí

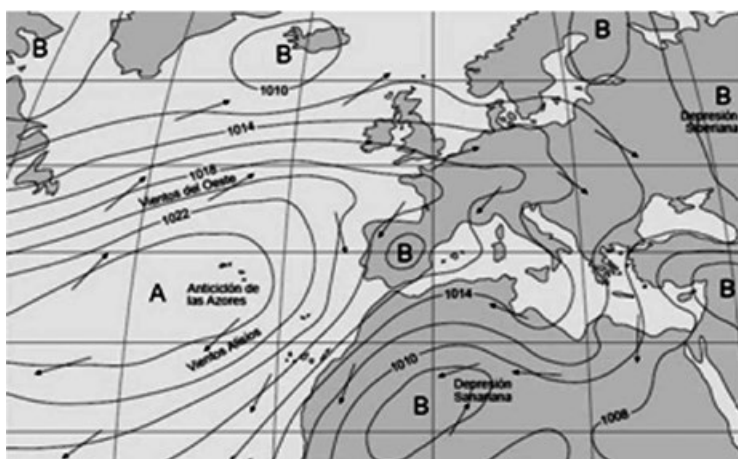
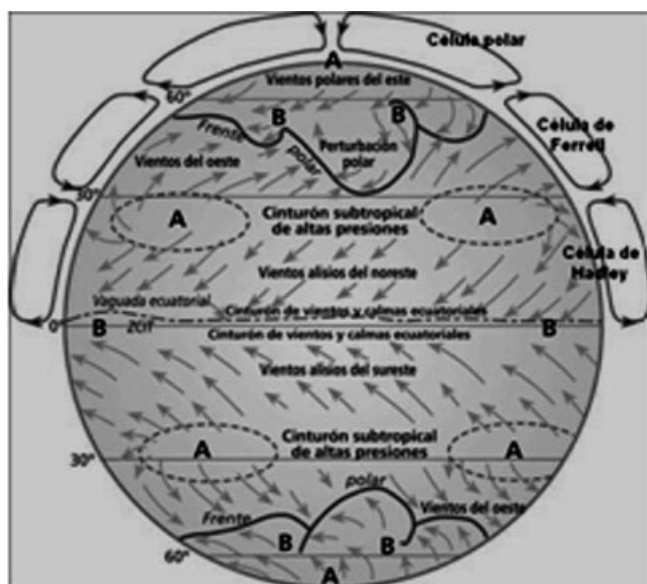


Fig. 4. Circulación del viento a escala global (arriba). Mapa en el que se muestra la configuración típica de altas y bajas presiones en el Atlántico norte, y la localización del anticiclón de las Azores, que da lugar a los vientos alisios que inciden en las islas Canarias provenientes del Noreste (abajo). Créditos: <http://cambioclimaticoenergia.blogspot.com/2011/12/la-circulacion-de-walker.html> (arriba) AEMET (abajo).

es que Canarias se encuentra precisamente en una latitud ($\approx 28^\circ$) similar a la de la interfaz entre las células de Hadley y de Ferrel ($\approx 30^\circ$). En estas latitudes ocurre que el aire que desciende de las capas superiores de la atmósfera es comprimido, aumenta su presión y se calienta. Eventualmente

puede alcanzar una temperatura superior a la del aire situado por debajo, dando lugar a lo llamado “capa de inversión térmica por subsidencia”. Mientras que en una atmósfera normal el gradiente térmico es de unos -6,5 grados por kilómetro de ascenso, en esta región la temperatura aumenta. Aunque su altura y grosor varían ligeramente a lo largo del año, en Canarias esta capa de inversión ocurre normalmente a una altura de entre 1400 y 1800 m sobre el nivel del mar, aunque en verano normalmente desciende hasta alturas de 1000 – 1200 m (Font-Tullet, 1956; Luque *et al.*, 2014). Su grosor normalmente está comprendido entre 200 y 500 m. Esta altura media de la capa de inversión está bastante por debajo de la altura de los OOC, ubicados a 2400 m sobre el nivel del mar.

En Canarias este efecto de inversión térmica se combina con la incidencia frecuente de los vientos alisios procedentes del noreste, provenientes del anticiclón de las Azores, como se muestra en la figura 4. Como consecuencia de la fuerza de Coriolis inducida por la rotación terrestre el viento fluye circularmente en sentido horario alrededor de las zonas de altas presiones (anticiclones) en el hemisferio norte, como se muestra en la Figura 4 (sentido antihorario en el hemisferio sur). Como consecuencia de haberse desplazado sobre la superficie del mar, se trata de vientos con un alto nivel de humedad. Cuando interfieren con la cara norte de las islas de mayor relieve ascienden y, justo debajo del nivel donde se produce la capa de inversión térmica, la temperatura suele aproximarse a la temperatura de rocío, con lo que se produce la condensación del vapor de agua contenido en la masa de aire ascendente, formándose una nube. Esto se muestra de manera esquemática en la figura 5. Como la capa de inversión térmica suele tener una altura bien definida y constante espacialmente, esto da lugar a la formación de una extensa capa de nubes a un nivel constante, como se aprecia en las figuras 6 y 7. Esta capa, conocida normalmente como “mar de nubes”, se sitúa normalmente a una altura entre los 1200 y 1600 m, aunque en verano, entre julio y agosto, suele bajar hasta los 800 ó 1000 m.

Este fenómeno determina de manera muy marcada el clima de Canarias: las caras norte de las islas de mayor relieve son húmedas mientras que sus caras sur son secas y con escasa vegetación, mientras que las islas de Lanzarote y Fuerteventura (las más antiguas y erosionadas) no tienen altura suficiente como para que llegue a producirse la condensación y por ello son muy secas y áridas en toda su superficie. Y es precisamente este mismo fenómeno de la inversión térmica junto con la presencia de los vientos alisios el que le confiere a las cumbres de nuestras islas unas características extraordinarias para las observaciones astronómicas. Ocurre que el aire por encima de la capa de inversión térmica es particularmente seco, lo cual es una característica muy importante, en particular para las observaciones en los rangos de radio e infrarrojo, como comentamos en el



Fig. 5. Esquema de la formación del “mar de nubes” debido a la combinación de la incidencia de los vientos alisios del Norte y de la presencia de la capa de inversión térmica. Crédito: <http://www.supranubius.es/2014/09/el-mar-de-nubes-i.html>.



Fig. 6. Fotografía donde se aprecia con claridad el extenso “mar de nubes” en la cara norte de la isla de Tenerife, que se forma justo debajo de la capa de inversión térmica durante los días de incidencia de los vientos alisios procedentes del Noreste. Crédito: <https://www.traveler.es/>

apartado anterior. Mientras que por debajo de la capa de inversión térmica circulan los vientos alisios inferiores del noreste, por encima normalmente se producen vientos alisios superiores que provienen típicamente del noroeste, siendo éstos secos y calientes.

Un aspecto importante es que la presencia de estas capas de inversión hace que no se produzcan flujos convectivos en dirección vertical, y se da una clara separación entre los vientos alisios inferiores que son normalmente turbulentos, y los vientos alisios superiores, que fluyen siempre en dirección horizontal, de manera ordenada y con un flujo laminar (no turbulento). Como se vio anteriormente, la ausencia de turbulencia es un aspecto de gran importancia para poder realizar observaciones astronómicas de calidad.

El IAC ha sido consciente de la importancia de caracterizar y proteger la calidad de sus cielos, es por ello que crea a principios de los años 90, bajo una acción promovida por Francisco Sánchez y el Comité Científico Internacional (CCI) de los OOC, un Grupo de Calidad del Cielo (www.iac.es/site-testing), cuya misión es la determinación de los parámetros para la caracterización de los mismos, el diseño de técnicas e instrumentos para medirlos y la difusión de resultados. Esto ha permitido posicionarlos entre los mejores del mundo, atrayendo a los más modernos y potentes instrumentos y telescopios.

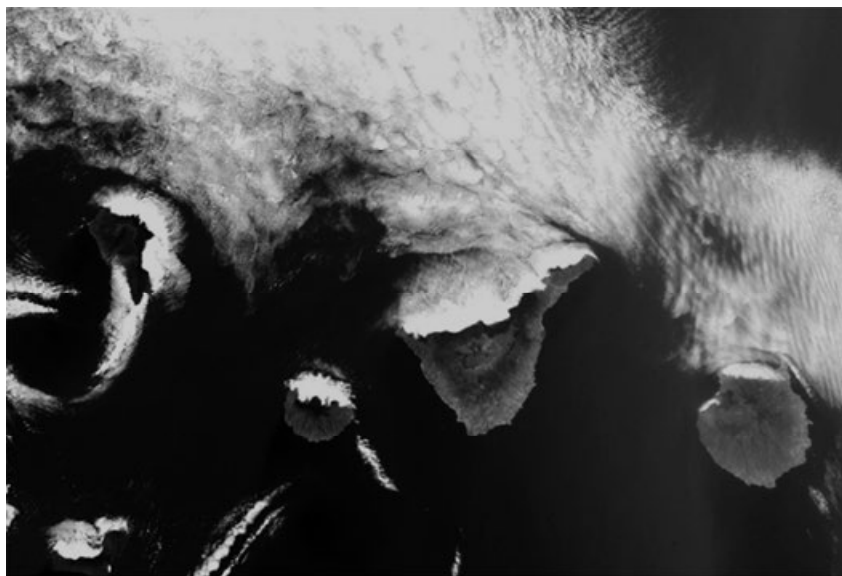


Fig. 7. Fotografía espacial, donde se aprecia la formación del característico “mar de nubes” al norte de las cinco islas Canarias más occidentales. Crédito: NASA.

Los orígenes de la astronomía en Canarias

Las primeras referencias conocidas a la exquisita calidad de los cielos de Canarias para las observaciones astronómicas datan del siglo XVIII. Gilbert-Charles Le Gendre, un general y diplomático francés, marqués de Saint-Ubin (1688-1746) afirmaba en 1733, refiriéndose al Teide: *“Si yo pudiese establecer algunos astrónomos en un observatorio, plantado sobre la cumbre de este monte, tal vez todas las distancias de los planetas y de las estrellas fijas, todas las magnitudes de los globos, toda la forma del universo y la colocación entera de los cielos recibirían una mutación portentosa, por medio de las nuevas observaciones”*. George Glas, un marino y comerciante de origen escocés del siglo XVIII (1725-1765), que visitó varias veces Canarias, estando al mando de un barco mercante que cubría una ruta comercial entre Brasil, África Occidental y Canarias, en su libro *Descripción de las Islas Canarias* (1764) sugirió explícitamente la idea de instalar un observatorio astronómico en el Teide: *“No hay lugar en el mundo más apropiado para un observatorio que la Estancia; si se construyera allí una casa caliente y cómoda, o para instalar astrónomos cuando dura el buen tiempo, o sea todo julio, agosto y septiembre, podrían hacer sus observaciones, tomar nota acerca del viento y del tiempo por encima de las nubes, y observar su naturaleza y propiedades”*, donde La Estancia es la zona donde actualmente se encuentra el refugio de Altavista. Poco después, en 1776, José de Viera y Clavijo, erudito e ilustrado canario del siglo XVIII, en su obra *Noticias de la historia general de las Islas de Canarias* (Fig. 8) afirma que *“el destino del Teide ha sido el de ser considerado como el sitio del mundo más a propósito para las observaciones del cielo y de la atmósfera”*.

Las primeras observaciones astronómicas de carácter profesional en Canarias tuvieron lugar en el siglo XIX y se deben a Charles Piazzzi Smyth (1813-1900), astrónomo escocés, que ocupó el puesto de astrónomo real de Escocia, además de ser Profesor de Astronomía en la Universidad de Edimburgo (Fig. 9). Contó con el apoyo de las autoridades británicas para organizar una expedición a Tenerife, en particular de George Biddell Airy, renombrado matemático y astrónomo que en la época era el astrónomo real británico, y de Robert Stephenson, un afamado ingeniero de ferrocarriles que puso a su disposición su barco, el *Titanía*, para que pudiera realizar el viaje. Smyth realizó su visita a Tenerife en 1856, justo después de contraer matrimonio, en lo que se suponía que debía ser su viaje de luna de miel. Partieron de Southampton el 24 de junio, llegando a Santa Cruz el 8 de julio. Después de haber sido recibido por diversas autoridades locales se desplazan al Puerto de La Cruz. Sin más dilación, el 14 de julio empiezan su ascenso a las Cañadas del Teide, siempre acompañado por su esposa Jessie Duncan y llevando consigo su telescopio *Sheepshanks* [llamado así

en honor de su propietario inicial, el reverendo Richard Sheepshanks (1794-1855)], un refractor con un diámetro de 9 cm soportado por una montura ecuatorial.

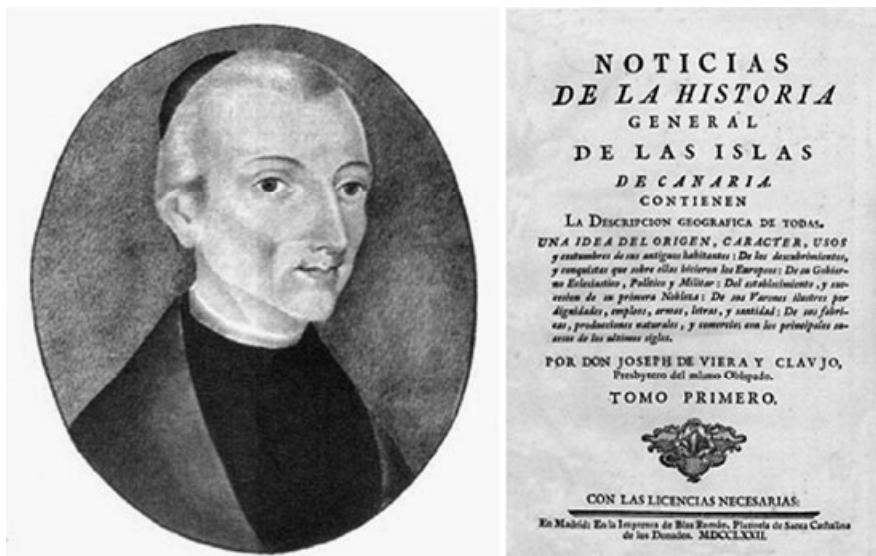


Fig. 8. Retrato de José de Viera y Clavijo (1731-1813), y portada del primer tomo de su famosa obra “Noticias de la historia general de las Islas de Canarias”, que fue publicada en tres tomos entre 1772 y 1776.

Se instalaron primero en lo alto de la montaña de Guajara (2715 m s.n.m.; véase la figura 10), y posteriormente en la zona del Teide que ahora ocupa el refugio de Altavista (3264 m s.n.m.). Entre los dos sitios permanecieron un total de 65 días. Durante este tiempo Smyth y sus colaboradores llevaron a cabo un gran número de observaciones, incluyendo las primeras observaciones de la Luna en el infrarrojo, observaciones de planetas (véanse las imágenes de Júpiter en la Figura 10), de estrellas dobles, de la luz zodiacal, luz solar ultravioleta y medidas meteorológicas. Smyth enseguida quedó absorto por las excelentes cualidades atmosféricas que le brindaba el lugar, y por la calidad de las imágenes que tomaba. Tras su regreso a Gran Bretaña, Smyth presentó sus resultados ante al Gobierno Británico y ante a la Royal Society, y también en el libro *Teneriffe, an astronomer's experiment*, que publicó en 1858. En este libro dice textualmente: “... cuando la noche cae y nuestra última visión del Pico permanece aún alta en el cielo, nos preguntamos por cuánto tiempo el mundo ilustrado retrasará la instalación allí de una estación que tanto promete para el mejor avance de la más sublime de las Ciencias...”.

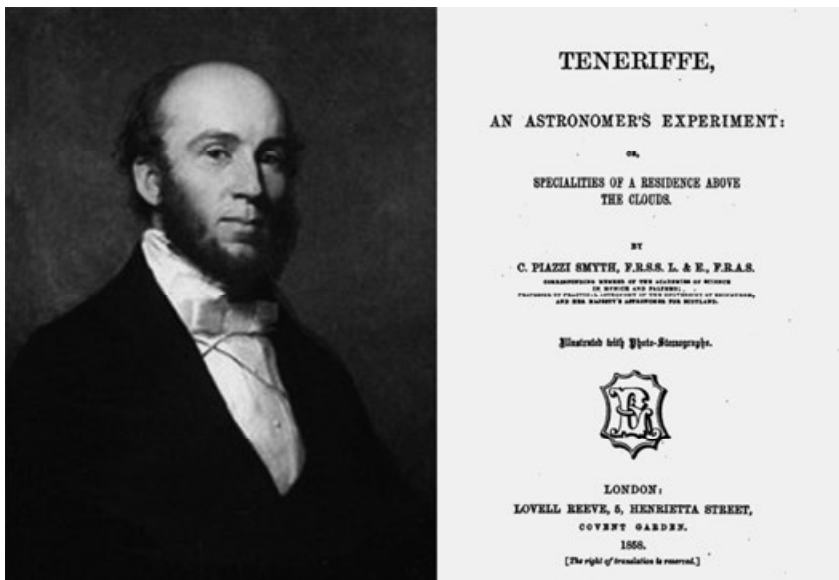


Fig. 9. Retrato de Charles Piazzi Smyth (1813-1900), renombrado astrónomo de origen escocés, y uno de los pioneros en la instalación de telescopios en lugares situados en altura. Realizó una expedición a Tenerife en 1856, durante la cual comprobó las excepcionales cualidades de las cumbres de esta isla para las observaciones astronómicas. Los resultados y conclusiones de sus observaciones las publicó en el libro cuya portada se muestra a la derecha.

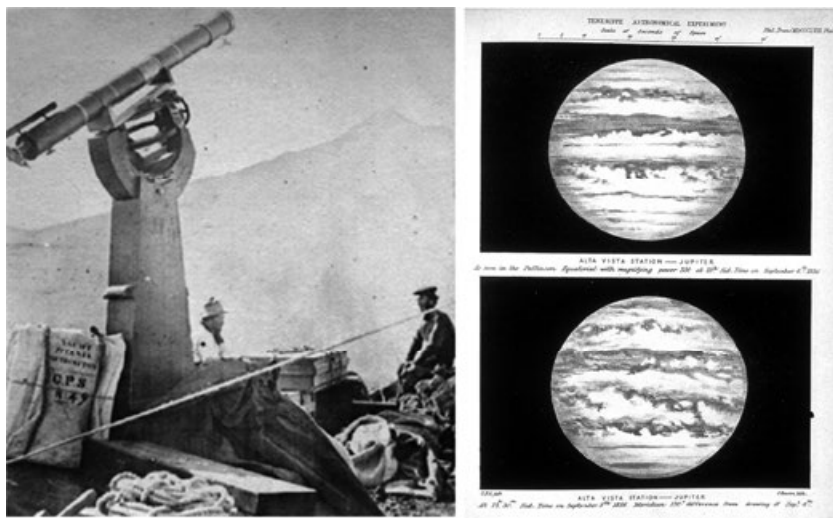


Fig. 10. Telescopio Sheepshanks, instalado en lo alto de la montaña de Guajara (izquierda). Imágenes de Júpiter, tomadas el 4 y 5 de septiembre de 1856 (derecha). Crédito: *Teneriffe, an astronomer's experiment*. Charles Piazzi Smyth. Londres, 1858.

En honor a la expedición de P. Smyth los Montes Tenerife y el Monte Pico (refiriéndose al Teide) son nombres de montañas lunares, cerca del cráter Plato (Varela, 1997).

La siguiente expedición de carácter astronómico a Tenerife ocurrió al principio del siglo XX, en 1910, y en ella participó astrónomo y meteorólogo francés Jean Mascart (1872-1935), afiliado al Observatorio de París. La expedición estaba organizada por el médico y biólogo alemán Gotthold Th. Pannwitz, y tenía un programa científico muy amplio que, además de observaciones astronómicas, incluía la realización de experimentos de fisiología en la zona del Teide, como por ejemplo el estudio de la influencia de algunos factores climáticos sobre distintos órganos humanos. Esta expedición fue auspiciada por la Asociación Internacional contra la Tuberculosis. Mascart se instaló en lo alto de la montaña de Guajara, aprovechando los muros erigidos 50 años antes por Piazzi Smyth (Fig. 11). Uno de sus objetivos principales era realizar observaciones del cometa Halley, que tenía su paso previsto para los días 18 y 19 de mayo de 1910 (véase la imagen que tomó en la Figura 11), además de estudiar las condiciones climáticas del Teide para observaciones astronómicas y meteorológicas. Sus resultados, publicados en 1910 en el libro *“Impressions et observations dans un voyage à Ténérife”*, corroboraban la excelente calidad de la atmósfera de Tenerife. Mascart llegó a proponer la creación de un observatorio internacional en la montaña de Guajara. De esta forma, Smyth y Mascart deben ser considerados entre los científicos más relevantes de los inicios de la astronomía en Canarias en cuanto a que fueron los principales valedores de la isla de Tenerife como punto estratégico para la observación del cosmos. También hubo otras expediciones como la de los astrónomos de Postdam, de cuyas observaciones del cometa Halley se dice que el famoso físico, astrónomo y



Fig. 11. Jean Mascart con su telescopio en lo alto de la montaña de Guajara (izquierda). Imagen del cometa Halley (derecha). Crédito: *Impressions et observations dans un voyage à Ténérife*, 1910, Ed. Flammarion, París.

matemático alemán Schwarzschild dedujo el decrecimiento en intensidad de la cola del cometa.

Recientemente ha sido publicada por investigadores del IAC (Vázquez-Abeledo & Sánchez Almeida, 2018), la historia de un astrónomo canario, Juan de Valderrama y Aguilar, completamente desconocido en la historia oficial que conocemos, y que también hizo aportaciones científicas importantes a partir de observaciones astronómicas obtenidas en Santa Cruz de Tenerife.

Tras estas expediciones iniciales de Smyth y Mascart, el germen de la creación posterior de los observatorios del Teide (Tenerife) y del Roque de los Muchachos (La Palma), y del Instituto de Astrofísica de Canarias, se sitúa en la década de los 60 del siglo XX. En este proceso jugaron un papel fundamental el Profesor José María Torroja (Universidad Complutense de Madrid), el Dr. Antonio Román (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) y el Profesor Alberto Navarro (Universidad de La Laguna), tres de los principales impulsores de la creación de un observatorio astrofísico en Tenerife. En 1960 contratan a Francisco Sánchez (justo después de terminar su licenciatura en Física en la Universidad Complutense de Madrid) con el objetivo de realizar un exhaustivo estudio de las condiciones astronómicas en la zona de Izaña. El Prof. Sánchez basó su estudio en una serie de datos tomados entre 1944 y 1966 en el Observatorio Atmosférico de Izaña, y publicó sus conclusiones en diferentes artículos entre 1967 y 1970, que una vez más confirmaron las excelentes cualidades de la zona. Para más detalles consultar “*Francisco Sánchez Almeida. La Facultad de las Estrellas*”, una biografía del Prof. Sánchez recientemente publicada (Navarro, 2018).

Desde principios de los 60 el Prof. Sánchez se dedicó de manera activa a dar a conocer a los astrofísicos europeos las bondades de los cielos de Canarias. Esta labor dio sus frutos con la instalación en Izaña del “telescopio Burdeos” (Fig. 12) en 1964, el primer telescopio profesional que fue instalado en Canarias de forma permanente. Construido en el Observatorio de Burdeos, este telescopio tenía como objetivo el estudio de la luz zodiacal (luz dispersada por la materia interplanetaria en el Sistema Solar), y para ello necesitaba una localización con unos estrictos requerimientos de latitud, altitud, pureza atmosférica y oscuridad del cielo. Los responsables del proyecto finalmente se decantaron por Tenerife, en lo que ayudó sin duda la mediación del Prof. Sánchez. Este telescopio realizó observaciones de forma regular entre 1964 y 1975, y logró resultados importantes sobre la caracterización de la luz zodiacal. Esto impulsó la creación del primer grupo de Astrofísica (“Alta Atmósfera y Medio Interplanetario”) en España, y la explotación científica de los datos de este telescopio dio lugar a las primeras publicaciones de artículos y comunicaciones a congresos sobre temas astrofísicos en nuestro país, así

como a la realización de las primeras tesis doctorales (la de R. Dumont en 1965 y la de F. Sánchez en 1969).

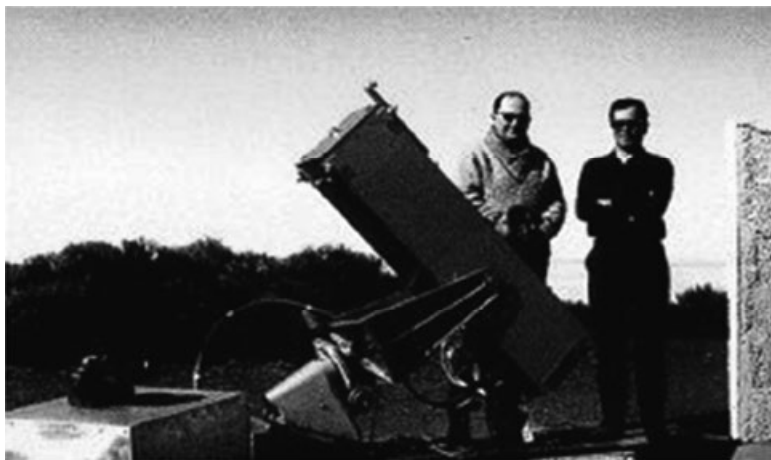


Fig. 12. El telescopio Burdeos, instalado en la montaña de Izaña. Crédito: <http://www.astro-digital.com/5/iac.html>

En la década de los 1970 crece el interés en la comunidad internacional por la posibilidad de realizar observaciones astrofísicas desde Canarias, y varios equipos de diversos países realizan campañas de prospección de la calidad del cielo. Es en esta época cuando se realizan por primera vez prospecciones y observaciones desde la isla de La Palma. En 1971 astrónomos solares del *Joint Organisation for Solar Observations* (JOSO) sobrevolaron el Roque de los Muchachos con una avioneta para medir la turbulencia atmosférica y las variaciones de temperatura (Fig. 13). El 2 de julio de 1972 se realizaron las primeras observaciones astronómicas (solares) desde el Roque de los Muchachos (por Göran Hosinsky, Lars Staveland y Hubertus Wöhl).

En 1972 entra en funcionamiento en el Observatorio del Teide un telescopio infrarrojo de 1,5 m de diámetro (en aquellos momentos el mayor telescopio infrarrojo del mundo), propiedad entonces del Imperial College de Londres y hoy cedido al IAC y conocido como “Telescopio Carlos Sánchez”, en honor al Profesor Carlos Sánchez Magro, cuya tesis doctoral, presentada en 1972, y realizada bajo la supervisión del Prof. Sánchez, fue la primera tesis sobre Astrofísica realizada en la Universidad de La Laguna. A fecha de hoy (agosto de 2018) han sido defendidas en La Universidad de La Laguna en total unas 320 tesis doctorales.

En el año 1973 se crea el Instituto Universitario de Astrofísica, del que pasa a depender el Observatorio del Teide. El nacimiento oficial del

Instituto de Astrofísica de Canarias hay que fecharlo en 1975, tras el acuerdo entre la Universidad de La Laguna, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y la Mancomunidad Interinsular de Cabildos de la provincia de Santa Cruz de Tenerife. En él queda integrado el Instituto Universitario de Astrofísica. El inicio de la internacionalización de los observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos hay que datarla en 1979, tras la firma de España con Dinamarca, Suecia y el Reino Unido, del “Acuerdo y Protocolo de Cooperación en Astrofísica” suscrito por ocho países y posteriormente se firmaron acuerdos similares con Alemania (1983), Finlandia (1986), Noruega (1986) y Francia (1988). Estos acuerdos se gestionan a través del Comité Científico Internacional (CCI). En medio, en 1985, tiene lugar la inauguración oficial del Instituto de Astrofísica de Canarias y de los observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos, contando este acto con la presencia de monarcas y miembros de familias

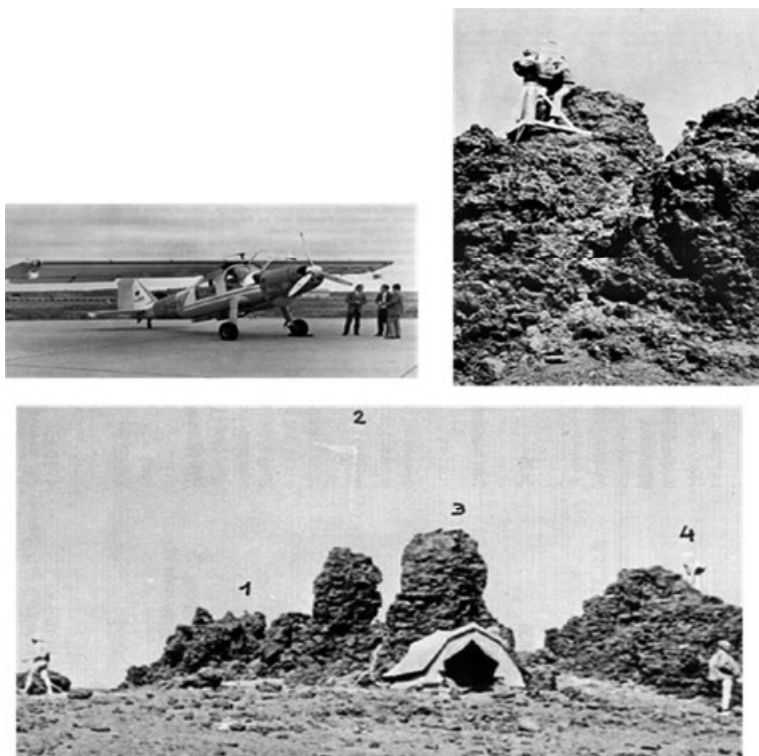


Fig. 13. Distintos instrumentos instalados en el Roque de los Muchachos, a principios de los 1970 para medir las propiedades del cielo, y avioneta utilizada por el equipo de JOSO (*Joint Organisation for Solar Observations*) con el objetivo de sobrevolar el Roque para medir la turbulencia atmosférica y las variaciones de temperatura. Los puntos 1 al 4 sobre la figura inferior indican la ubicación de diferentes instrumentos y sensores meteorológicos. Crédito: Javier Méndez (ING), <http://www.ing.iac.es/PR/tour/beginnings.html>

reales de cinco países (España, Dinamarca, Reino Unido, Países Bajos y Suecia) y de jefes de estado de otros dos países (Alemania e Irlanda) (www.iac.es/acerca.php). Entre las instalaciones del IAC hay que destacar también la creación del Centro Astrofísico de La Palma (CALP) con oficinas y despachos para astrónomos y personal, así como talleres, laboratorios y almacenes.

Estos acuerdos firmados inicialmente con esta serie de países se encargaron de regular la colaboración entre España y otros países interesados en instalar su instrumentación astronómica en nuestros observatorios, y como aspecto fundamental establecieron que de manera general España cede sus observatorios con sus infraestructuras a cambio de obtener un determinado porcentaje del tiempo de observación en las instalaciones telescópicas de esos otros países. En la actualidad hay instrumentos de más de 75 instituciones de 25 países. Estos acuerdos han sentado las bases para otros posteriores, y de hecho en la actualidad se siguen estableciendo acuerdos bajo las mismas directrices generales. España ha obtenido sin ninguna duda un gran beneficio de estas colaboraciones, que han permitido el despegue y la posterior consolidación de la Astrofísica española a nivel mundial.

El instituto de Astrofísica de Canarias y sus observatorios en la actualidad

Todo el proceso descrito en el apartado anterior ha desembocado en la consolidación del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), junto con sus observatorios (el Observatorio del Teide, OT, y el Observatorio del Roque de los Muchachos, ORM), como uno de los centros de referencia a nivel mundial en investigación astrofísica, y en desarrollo de tecnología para llevar a cabo proyectos en esta área. En el IAC trabajan actualmente unas 400 personas, de las cuales aproximadamente 200 son investigadores (de plantilla, contratados postdoctorales y estudiantes de doctorado), unos 140 trabajan en el departamento de instrumentación haciendo desarrollo tecnológico para telescopios e instrumentos (la mayoría de ellos destinados a uno de nuestros dos observatorios, pero también para otros observatorios, o incluso para satélites espaciales), y unos 60 son personal de gestión, de divulgación, y de administración.

En paralelo, y de manera conjunta con el Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna, se ha consolidado un importante programa de doctorado que recibe anualmente estudiantes de todo el mundo que deciden venir a desarrollar sus estudios de doctorado aquí, bajo la supervisión de investigadores del IAC. Precisamente en julio de 2019 celebraremos en La Laguna un congreso conmemorativo de la primera tesis

de Astrofísica que se desarrolló en Canarias (la del Profesor Francisco Sánchez, en 1969). Desde entonces se han completado un total de ~320 tesis en el IAC, lo que supone un promedio de ~6 al año.

Se podría decir, sucintamente, que los objetivos del IAC por orden de prioridad son: i) realizar investigación en Astrofísica, ii) desarrollar instrumentación que lo haga posible, iii) formar y iv) divulgar. De manera más específica, los cometidos del IAC son: 1) desarrollar investigación de primer nivel en los campos más importantes de la Astrofísica, 2) consolidar las Islas Canarias como una “reserva astronómica” de relevancia internacional, 3) promover e incentivar la instalación de instrumentación astronómica de primer nivel en nuestros observatorios, 4) fomentar un ambiente estable que facilite las colaboraciones internacionales, 5) contribuir a que la sociedad perciba la importancia de la investigación científica y de una economía basada en el conocimiento, 6) fomentar la formación y el entrenamiento de investigadores y tecnólogos en sus primeras etapas de desarrollo profesional.

No cabe duda de que en todo lo anterior ha jugado un papel fundamental las excelentes condiciones que proporciona Canarias para la observación del cielo, siendo esto algo ampliamente reconocido por la comunidad internacional. Esto ha hecho que numerosas instituciones internacionales hayan apostado por Canarias para instalar sus instrumentos y telescopios, y lo sigan haciendo en la actualidad. En paralelo también España ha invertido en el desarrollo de instrumentación propia de primer nivel, siendo el ejemplo más claro el Gran Telescopio Canarias, inaugurado en el año 2009.

El IAC gestiona dos observatorios: el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM; en isla de La Palma) y el Observatorio del Teide (OT; en isla de Tenerife). Los dos observatorios cuentan con condiciones muy similares; de hecho se encuentran a la misma altura sobre el nivel del mar. Una diferencia importante entre ambos es debida al menor número de población de la isla de La Palma, lo que hace que la contaminación lumínica sea notablemente menor. Es por ello que los principales telescopios nocturnos se encuentran en el ORM. También hay algunos telescopios nocturnos en el OT, pero los más avanzados son telescopios solares y de radio (que no son afectados por la contaminación lumínica nocturna). En las figuras 14-34 pueden verse los principales telescopios instalados en la actualidad en estos dos observatorios.

Los principales telescopios en el Observatorio del Roque de los Muchachos (www.iac.es/orm) son:

- **Gran Telescopio Canarias (GTC):** se trata de un telescopio de espejo segmentado (36 secciones individuales con forma hexagonal),

con un diámetro total de 10,4 m, lo que lo convierte en el mayor telescopio óptico-infrarrojo del mundo. Es de propiedad española prácticamente en su totalidad, con una participación del 90%, distribuyéndose la participación restante entre el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE, México), con un 5%, y la Universidad de Florida (EEUU), con otro 5%. Incorpora la instrumentación más avanzada en el campo, como OSIRIS (una cámara y espectrógrafo en el rango óptico) y EMIR (un espectrógrafo infrarrojo), desarrollados ambos en España. Fue inaugurado en el año 2009 (Fig. 14).

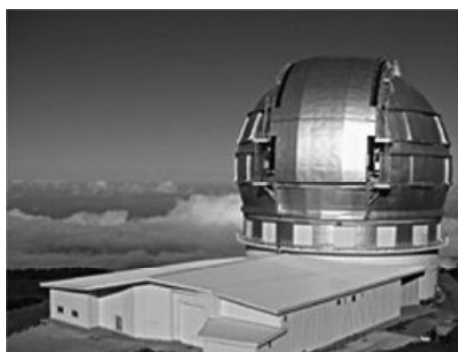


Fig. 14. Gran Telescopio Canarias (GTC).

- **William Herschel Telescope (WHT):** telescopio de 4,2 m de diámetro, operativo en el ORM desde 1987, en su época estuvo entre los telescopios más grandes y avanzados del mundo, y en la actualidad sigue produciendo ciencia competitiva. Pertenece al consorcio llamado *Isaac Newton Group of Telescopes* (ING), del que forman parte institutos de investigación del Reino Unido y de Países Bajos, junto con el IAC (Fig. 15).



Fig. 15. William Herschel Telescope (WHT).

- **Isaac Newton Telescope (INT):** telescopio de 2,5 m de diámetro. Tuvo su primera luz en 1967 en Reino Unido y, para aprovechar las mejores condiciones de su cielo, fue trasladado al ORM en 1985. Actualmente utiliza la mayor parte del tiempo una cámara de gran campo (*Wide Field Camera*) como instrumento principal. También pertenece al ING (Fig. 16).



Fig. 16. Isaac Newton Telescope (INT).

- **Nordic Optical Telescope (NOT):** telescopio óptico/infrarrojo de 2,6 m de diámetro, perteneciente a un consorcio de países nórdicos (Dinamarca, Finlandia, Noruega, Suecia e Islandia). Fue inaugurado en 1989 (Fig. 17).



Fig. 17. Nordic Optical Telescope (NOT).

- **Telescopio Nazionale Galileo (TNG):** telescopio óptico/infrarrojo de 3,6 m de diámetro. Pertenecce al INAF (Istituto Nazionale de Astrofísica, de Italia). Actualmente tiene en funcionamiento cuatro instrumentos diferentes, cubriendo longitudes de onda en el óptico y en el infrarrojo. Fue inaugurado en 1996 (Fig. 18).



Fig. 18. Telescopio Nazionale Galileo (TNG).

- **Telescopio Liverpool:** telescopio completamente robótico, de 2 m de diámetro, inaugurado en 2003, y perteneciente a la Liverpool John Moores University (Fig. 19).

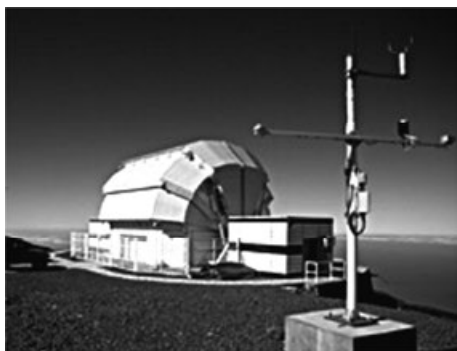


Fig. 19. Telescopio Liverpool.

- **Telescopio Mercator:** telescopio de 1,2 m de diámetro, inaugurado en 2001, y perteneciente a la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica) y al Observatorio de Ginebra (Suiza). Funciona de manera prácticamente robótica, y la mayor parte del tiempo es utilizado para observar fenómenos astrofísicos de carácter transitorio, como los estallidos de rayos gamma, estrellas variables, lentes gravitatorias o núcleos activos de galaxias (Fig. 20).

- **Torre Solar Sueca:** telescopio solar con un espejo de 1 m de diámetro. Fue en su momento el mayor telescopio solar de Europa, y el mejor del mundo en lo que respecta a resolución espacial. Perteneció al Instituto de Física Solar de la Real Academia de Ciencias Sueca y fue inaugurado en 2002 (Fig. 21).



Fig. 20. Telescopio Mercator.



Fig. 21. Torre Solar Sueca.

- **Telescopios MAGIC:** se trata de una pareja de telescopios de 17 m de diámetro, de un tipo muy particular pues están dedicados a observar la radiación en el rango de rayos gamma, a través de la radiación de tipo Cherenkov que se produce al interaccionar con la atmósfera terrestre. Pertenece a un consorcio de países europeos, y se encuentra operativo desde el año 2004 (Fig. 22).



Fig. 22. Telescopios MAGIC.

Por su parte, los principales telescopios actualmente operativos en el Observatorio del Teide (www.iac.es/ot) son:

- **Telescopio Carlos Sánchez (TCS):** telescopio infrarrojo de 1,52 m de diámetro. Fue construido en el Reino Unido, y operativo en ese país desde 1972. En el año 1982 fue transferido al IAC, y desde entonces ha realizado observaciones desde el OT. Su nombre está dedicado a la memoria del Profesor Carlos Sánchez Magro, fallecido en 1985 (Fig. 23).



Fig. 23. Telescopio Carlos Sánchez (TCS).

- **Telescopio IAC80:** telescopio de 82 cm de diámetro, íntegramente diseñado y construido en el IAC. Su construcción comenzó en 1980 y fue finalmente instalado en el OT en 1991. Actualmente sigue en funcionamiento, siendo utilizado para algunos proyectos científicos que no requieren telescopios de gran tamaño, y por lo general sí un gran número de horas de observación (Fig. 24).



Fig. 24. Telescopio IAC80.

- **Optical Ground Station (OGS):** telescopio de 1 m de diámetro, perteneciente a la Agencia Espacial Europea (ESA), y utilizado principalmente para comunicaciones con satélites. También se utiliza para proyectos relacionados con identificación de basura espacial (restos de satélites) y, en una tercera parte del tiempo de observación, para proyectos de carácter exclusivamente científico. Fue inaugurado en 1995 (Fig. 25).



Fig. 25. Optical Ground Station (OGS).

- **Telescopio Solar Gregor:** telescopio solar con 1,5 m de diámetro, perteneciente a un consorcio de institutos alemanes. Fue inaugurado en 2012 (Fig. 26).



Fig. 26. Telescopio Solar Gregor.

- **Torre de Vacío (VTT):** telescopio solar de 40 cm de diámetro, perteneciente al mismo consorcio alemán que el telescopio Gregor. Fue instalado en el OT en 1986 y posteriormente, en 1988, comenzó su operación científica (Fig. 27).



Fig. 27. Torre de Vacío (VTT).

- **Themis:** telescopio solar de 90 cm de diámetro, perteneciente a una colaboración entre el Consejo Nacional de Investigación francés y Instituto Nacional de Astrofísica italiano. En la actualidad se utiliza para hacer espectropolarimetría de alta precisión de la superficie solar y también para obtener imágenes monocromáticas de alta resolución espacial. Tuvo su primera luz en 1996, y en el año 1999 fue abierto a la comunidad internacional (Fig. 28).



Fig. 28. Themis.

- **Laboratorio Solar:** conjunto de seis instrumentos para observar y estudiar el Sol, pertenecientes al IAC. La mayoría de ellos operan de manera continua (durante el día), y alguno de ellos lo ha hecho durante más de 25 años. El primero de estos experimentos fue instalado en el OT en 1976 (Fig. 29).
- **Mons:** telescopio de 50 cm de diámetro, utilizado para divulgación y formación. Fue construido en 1972 por la Universidad de Mons (Bélgica), y posteriormente instalado en el IAC (Fig. 30).



Fig. 29. Laboratorio Solar.

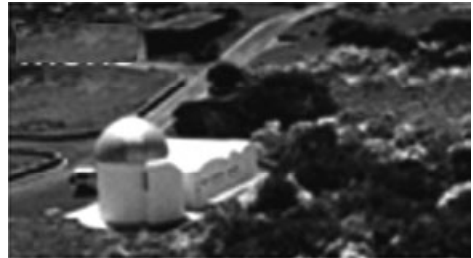


Fig. 30. Mons.

- **Quijote:** telescopio de microondas, perteneciente a un consorcio liderado por el IAC. Está dedicado a un objetivo científico muy específico que es el estudio de la radiación del Fondo Cósmico de Microondas, generada justo tras el Big Bang. Comenzó a observar en 2012, y en la actualidad se están desarrollando nuevos instrumentos que mejoraran su rango de cobertura espectral (Fig. 31).

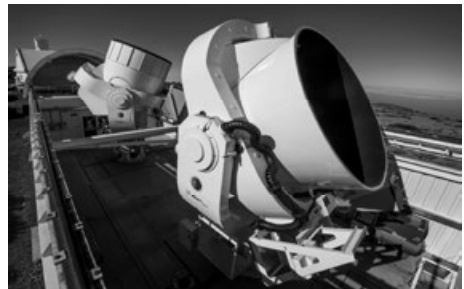


Fig. 31. Quijote.

- **Pirate y COAST:** son dos pequeños telescopios robóticos, pertenecientes a la Open University (Reino Unido), y utilizados principalmente para formación (los estudiantes de la mencionada universidad hacen prácticas con ellos) (Fig. 32).



Fig. 32. Pirate y COAST.

- **Stella:** pareja de telescopios robóticos de 1,2 m de diámetro, pertenecientes a la Universidad de Potsdam (Alemania). Está dedicado principalmente a observar estrellas frías (Fig. 33).



Fig. 33. Stella.

- **SONG:** pequeño telescopio, de 1 m de diámetro, inaugurado en 2006, y perteneciente a las universidades de Aarhus y Copenhague (Dinamarca). Perteneciente a una red de telescopios localizados en varias partes del mundo, y dedicados a observar estrellas y sistemas planetarios alrededor de estrellas (Fig. 34).



Fig. 34. SONG.

Mientras que la lista anterior se refiere a telescopios actualmente operativos, en el IAC se sigue trabajando en el desarrollo de nueva instrumentación y telescopios, y también en tratar de atraer grandes proyectos internacionales, que aseguren el mantenimiento de España en la élite de la astrofísica mundial durante las próximas décadas. En particular se debería mencionar los grandes proyectos de próxima generación como el *Cherenkov Telescope Array* (actualmente en construcción en el ORM), el *Thirty Meter Telescope* (el consorcio que gestiona este proyecto ha elegido el ORM como emplazamiento alternativo, en caso de que no pueda llevarse a cabo su construcción en Hawái), y el *European Solar Telescope* (que debería ser construido en el OT o en el ORM a partir de 2022).

Además, en ambos observatorios hay instaladas varias estaciones meteorológicas automáticas que proporcionan datos de interés para la operación de los telescopios y el Grupo de Calidad de Cielo del IAC dispone de monitores de *seeing*, estaciones meteorológicas y otros equipos para la caracterización permanente de la calidad de los mismos.

Bibliografía

- FONT-TULLOT, I. (1956). *El tiempo atmosférico en las islas Canaria*. Technical Report Publ. Ser. A26, Servicio Meteorológico Nacional.
- GARCÍA-LORENZO, B.M., A. EFF-DARWICH, J. CASTRO-ALMAZÁN, N. PINILLA-ALONSO, C. MUÑOZ-TUÑÓN & J.M. RODRÍGUEZ-ESPINOSA (2010). Infrared astronomical characteristics of the Roque de los Muchachos Observatory: precipitable water vapour statistics. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 405: 2683.
- GLAS, G. (1764). *A description of the Canary Islands*. London. [George Glas - Descripción de las Islas Canarias 1764, traducción de Constantino Aznar de Acevedo. Instituto de Estudios Canarios, La Laguna, Tenerife, 1976].
- HAMMERSLEY, P.L. (1998). Infrared Quality of the Canarian Skies. *New Astronomy Reviews* 42: 533.
- LUQUE, A., J.L. MARTÍN, P. DORTA & P. MAYER (2014). Temperature trends on Gran Canaria (Canary Islands). An example of global warming over the subtropical Northeastern Atlantic. *Atmospheric and Climate Sciences* 4: 20-28.

- MASCART, J. (1910). *Impressions et observations dans un voyage à Ténérife*. Ed. Flammarion. París.
- NAVARRO GARCÍA, J.B. (2018). *Francisco Sánchez Almeida. La Facultad de las Estrellas*. Ed. Centro de la Cultura Popular Canaria. ISBN 978-84-7926-661-5.
- SMYTH, C. PIAZZI (1858). *Teneriffe, an astronomer's experiment: or, Specialities of a residence above the clouds*. Lovell Reeve. London
- VARELA, A.M. (1997). Canarias: un lugar privilegiado para la astronomía. *Misterios del Cosmos y otros ensayos*, p.157, ISBN 84-88594-13-5.
- VÁZQUEZ-ABELED, M. & J. SÁNCHEZ-ALMEIDA (2018). *Juan Valderrama y Aguilar, Pionero de la Astronomía Canaria (1869 - 1912)*. Eds. Organismo Autónomo de Museos del Cabildo de Tenerife e IAC. ISBN-13: 978-84-88594-87-7
- VIERA Y CLAVIJO, J. DE (1772-1776). *Noticias de la historia general de las Islas de Canarias*. 3 tomos. Imprenta Blas Román. Madrid.

Páginas web:

Grupo de calidad del cielo: www.iac.es/site-testing

IAC: www.iac.es

Isaac Newton Group: www.ing.iac.es

Oficina Técnica de Protección del Cielo: www.iac.es/otpc

4. Singularidades florísticas de la isla de La Palma

Arnoldo Santos Guerra

*Biólogo. Ex Jefe de la Unidad de Botánica
del Jardín de Aclimatación de La Orotava. ICIA*

Para comprender las singularidades que afectan a una isla joven, como es La Palma, situada en el extremo noroccidental del archipiélago canario, tenemos que hacer referencia a otras peculiaridades que condicionan las características de su Biota. Su localización geográfica y su reciente formación geológica son unos de los primeros condicionantes que debemos tener en cuenta al contar los organismos vivos con una situación más desfavorable y un menor tiempo, en relación a otras islas excepto El Hierro, para colonizar nuevos territorios, expandirse en ellos y dar lugar a la diferenciación evolutiva originando nuevas especies, subespecies o variedades debido a los diversos factores bióticos y abióticos pero donde también intervienen su climatología y orografía, aparte de las repercusiones que a lo largo de más de dos milenios han sido provocadas por su poblamiento humano.

Situación geográfica

La posición geográfica antes aludida, dentro del archipiélago canario le proporciona ventajas y desventajas. Las relacionadas con la climatología las comentaremos después. Otras, que tienen que ver con el poblamiento

presentan aspectos positivos y negativos respecto a las fuentes de dispersión más cercanas, el archipiélago de Madera, las pequeñas islas Salvajes y el resto de las Canarias. Las relaciones con el archipiélago maderense existen pero son escasas, compartiendo en exclusividad la especie montana *Odontites holliana* (Scrophulariaceae), aun en estudio. En cuanto a las deshabitadas y pequeñas Salvajes, situadas al noreste, no se ha establecido ninguna relación florística por ahora de manera que la mayor parte de su poblamiento vegetal se relaciona con las islas canarias más cercanas, en particular Tenerife y, en menor medida, La Gomera, lo cual se confirma por la distribución de la flora y a raíz de los estudios genéticos que se han llevado a cabo en diversos grupos emblemáticos de endemismos canarios (*Argyranthemum*, *Cheirolophus*, *Crambe*, *Descurainia*, *Echium*, *Sonchus*, etc.), tal y como veremos más adelante. Por otra parte, siendo junto a El Hierro las islas más alejadas del continente africano, son las que presentan a su vez una mayor dificultad para la arribada de elementos continentales, aunque algunas condiciones atmosféricas pueden contribuir a ello (episodios de calimas que entran desde el sur y suroeste) y justificar la presencia de algunas especies como *Stipagrostis ciliata* (gramínea) en las costas occidentales de la isla.

Geología

Como hemos indicado La Palma, junto con la isla de El Hierro, son los dos territorios insulares más recientes en Canarias, siendo La Palma el penúltimo en emerger de los fondos oceánicos donde tuvo lugar su nacimiento a unos 4000 m de profundidad, independientemente de otros edificios insulares próximos. Sin embargo esta juventud que a lo largo de diversos periodos geológicamente definidos, no sobrepasa los 2 millones de años, si no consideramos el Complejo Basal algo más antiguo, está asociada a un rápido crecimiento que le ha permitido alcanzar la segunda mayor altitud actual dentro del archipiélago canario, con 2426 m s.n.m., siendo la tercera a nivel macaronésico después de Fogo, en el archipiélago de Cabo Verde, lo que le supone una ventaja a la hora de poder diferenciarse en la misma diversos niveles altitudinales y por tanto diferentes pisos bioclimáticos (estudiados en sus variables por M. del Arco), con distintas características que ayudan al desarrollo de diversos tipos de flora y vegetación y por tanto a contribuir a una mayor biodiversidad, tanto animal como vegetal, de su patrimonio natural.

Por otra parte, si bien en la isla predominan los materiales rocosos basálticos, no dejan de estar presentes otros tipos de rocas que contribuyen igualmente a una diversificación de la flora, en particular las rocas fonolíticas que a lo largo del todo el archipiélago intervienen en la diferenciación de especies propias, siendo el caso más notorio, en La

Palma, los Roques de Teneguía (Fuencaliente) con la presencia del endemismo local *Cheirolophus junonianus* (*Centaurea junoniana* Svent., 1948, Asteraceae). Otros materiales (traquifonolitas, aluviones-derrubios de la erosión de la Caldera de Taburiente, etc.), no parecen haber contribuido a una diferenciación en su flora.

No solo es una isla joven sino que además, dentro de ella, es posible distinguir dos territorios, septentrional (más antiguo) y meridional, con marcada diferencia de edad y, por tanto, con diferencias notables en el poblamiento (Fig.1). El septentrional, ya maduro, en proceso de erosión-desmantelamiento, abarca toda la Cadera de Taburiente y sus cumbres con varios picos superando los 2000 m de altitud, las más altas de la isla, y es donde se registran las dataciones geológicas más antiguas (ver artículo del Dr. J. De la Nuez y colaboradores en este mismo volumen), prolongándose hacia el sur en la Cumbre Nueva con altitudes en torno a los 1400 m.

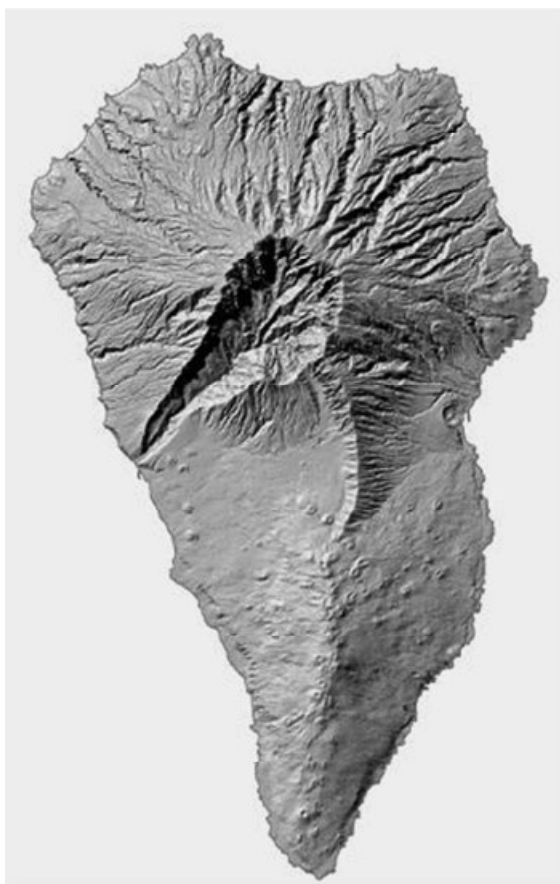


Fig. 1. El relieve de la isla de La Palma permite diferenciar claramente dos zonas, septentrional vieja y meridional joven.

Por su parte la zona meridional de actividad volcánica reciente muy intensa, aun latente, se inicia en el entorno del Pico de Birigoyo–Refugio de El Pilar y se extiende hasta el extremo sur, formando toda la denominada Cumbre Vieja (en realidad más joven que la anterior) culminando en el entorno de Nambroque y las Deseadas con más de 1900 m s.n.m., y caracterizada mayormente por la gran cantidad de conos volcánicos recientes (Figs 2 y 3). Estas estructuras volcánicas se hallan rodeadas de distintos tipos de productos de proyección aérea (picones, arenas, cenizas) y sus malpaíses asociados, contando con siete erupciones históricas, la más antigua (Volcán de Montaña Quemada, El Paso) de fines del siglo XV, antes de la conquista de la isla, y la última en 1971 (Volcán de Teneguía, Fuencaliente), que permiten observar cómo se van instalando junto a pinares incipientes (muchas veces destruidos por erupciones posteriores), las comunidades herbáceas y arbustivas pioneras (Figs 4 y 5) caracterizadas por la presencia de algunos endemismos palmeros (*Descurainia gilva*, *Pterocephalus porphyranthus*) o canarios (*Adenocarpus foliolosus*, *Aeonium spathulathum*, *Plantago webbii*, *Scrophularia glabrata*, ...).

Visto desde Tenerife el perfil insular asemeja la joroba de un camello con las dos protuberancia sobrepasando los 1900 m s.n.m., conectadas por



Fig. 2. Los Campanarios en Jedey (El Paso), asociados a la erupción de 1585 según descripción de L. Torriani, son algunos de los roques fonolíticos existentes en la isla.



Fig. 3. Desde el pico de Nambroque (1933 m s.n.m.) se aprecian las cumbres septentrionales que coronan la Caldera de Taburiente y su unión, mediante la Cumbre Nueva, a los volcanes recientes de Cumbre Vieja.

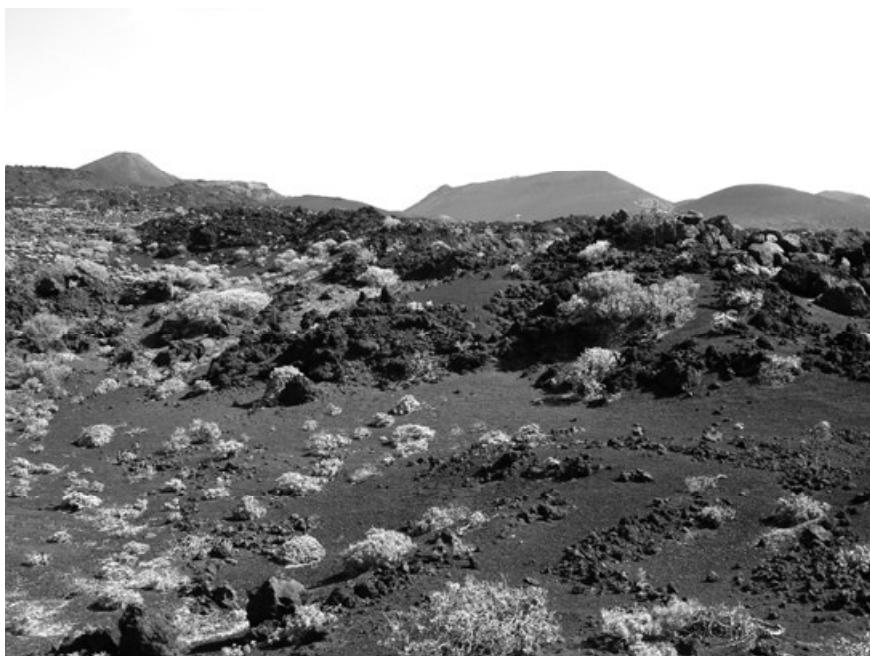


Fig. 4. Las lavas de los volcanes Teneguía (1971) y San Antonio (1677) son un buen ejemplo para estudiar la colonización de sustratos rocosos recientes donde algunas plantas pioneras como la vinagrera (*Rumex lunaria*) o el salado (*Schizogyne sericea*) toman protagonismo.



Fig. 5. Los alrededores del volcán de San Juan, que hizo erupción en 1949, es otro de los ejemplos históricos de colonización vegetal reciente. En este caso en zonas altas con participación del endemismo *Descurainia gilva*, una de las hierbas pajoneras o el codeso (*Adenocarpus foliolosus*).

la Cumbre Nueva que no supera los 1500 m s.n.m. (Fig. 6). Es lógico deducir que toda la mitad meridional está en pleno desarrollo de formación–colonización, con suelos poco evolucionados y por tanto con una menor riqueza biológica asociada, tanto en su flora como en su fauna, con ausencia de diversos endemismos canarios o palmeros presentes solo en el área septentrional como son diversos cabezones (*Cheirolophus* spp.) o tajinastes (*Echium* spp.), mientras que el único endemismo exclusivo del sur vuelve a ser la aislada centaurea de los Roques de Teneguía antes mencionada.

El volcanismo, tiene además un efecto devastador sobre las comunidades ya desarrolladas en estos territorios aun jóvenes, provocando incendios, particularmente en los pinares y matorrales asociados, llevando a su destrucción total en las cercanías de la formación de los conos eruptivos, tal y como se ha podido observar en diversas ocasiones por la permanencia de los troncos de pinos totalmente calcinados. Este hecho, sin embargo, nos ayuda a interpretar los distintos tipos y procesos de colonización vegetal que han afectado, a lo largo de más de 20 millones de años, al archipiélago canario.

Otro fenómeno geológico curioso, que nos ha dejado testimonio es la formación temporal de un gran lago dentro de La Caldera, debido al cierre de la misma por las erupciones asociadas probablemente a la formación del complejo Bejenado, borde meridional de la Caldera de Taburiente, que

culmina actualmente a los 1856 m s.n.m.. Este cerramiento de la gran cuenca, en el barranco de Las Angustias, permitió el desarrollo de una notable vegetación en sus riberas parte de la cual podemos reconocer en la actualidad debido a la formación de impresiones fósiles en los limos depositados en el mismo, en un espesor de algunos metros. Entre ellas diversas plantas higrófilas han sido identificadas (J. Vegas *et al.*, 1988) como sauces canarios (*Salix canariensis*), anea (*Typha* sp.), helechos como la cola de caballo (*Equisetum* sp.), Juncáceas o Cyperáceas, carrizo (*Phragmites* sp.) y faya (*Morella faya*), todo ello junto a diversos tipos de pólenes. Es probable que este fenómeno se haya producido varias veces durante la configuración actual de la gran Caldera, a diversa escala, aunque en otros casos no se haya reconocido la presencia de fósiles, que si están presente en depósitos carbonatados en el centro de la misma que incluyen impresiones de frutos de palmera canaria (*Phoenix canariensis*) y de un helecho, el culantrillo (*Adiantum capillus-veneris*).



Fig. 6. Desde el oeste de Tenerife o norte de La Gomera, La Palma muestra sus zonas altas al norte y sur, que superan los 1900 m s.n.m., conectadas por la Cumbre Nueva (en torno a los 1500 m s.n.m.).

Finalmente en relación a la geología y formación de la isla hay que indicar la ausencia casi total de plataforma costera, lo que no permite la proliferación de organismos que den lugar, tras su muerte y descomposición, a la formación de arenas organógenas. No existen

acumulaciones significativas de estos materiales en los litorales palmeros, lo que implica la ausencia de comunidades desarrolladas sobre estos sustratos, en particular cuando están presentes dunas fijas, que portan una flora especial, tal y como se puede ver en las islas centrales y en particular en las más orientales con abundantes playas, con escasas citas de la misma como es el caso de una especie emparentada con la treintanudos, *Polygonum maritimum* (Polygonaceae), hoy ausente en la flora insular, al igual que la pequeña lechetrezná, *Euphorbia peplis*.

Orografía

Otra de las características destacables de la isla, es su peculiar orografía. Las grandes alturas de la mitad septentrional han contribuido notablemente a un efecto más erosivo de las escorrentías que han dado lugar a la formación de una red, radial, en todo el norte, de profundos y encajados barrancos, con desniveles notables que se han convertido en auténticos refugios para la flora y fauna endémica, especialmente después de los efectos regresivos derivados de su poblamiento aborigen en torno al siglo V a.C., (J. Pais, 1997) y en especial después de su conquista y colonización a fines del siglo XV (1493). Por otra parte, la propia configuración insular que recuerda la de un triángulo isósceles con vértice agudo dirigido al sur, propicia la escasez de territorios meridionales, como ocurre en otras islas, más afectados por la escasez de lluvia o por la insolación. Ello junto al poder colonizador de su vegetación, en particular de los pinares y bosques termófilos ocupando cotas de baja altitud, le ha valido el nombre de la “isla verde”.

En su singular orografía destaca la imponente Caldera de Taburiente (Fig. 7), que se constituye en un auténtico crisol para su Biota al presentar en su interior un inmenso conjunto de escarpados de varios cientos de metros de desnivel. Al estar orientados en muy diversas direcciones (casi la totalidad posible) ofrecen en muchos casos refugio, protección y condiciones ambientales diversas que han contribuido sin duda a la diferenciación de su poblamiento vegetal. En particular los lugares (paredones estables, pequeños andenes, ...) que han permanecido inaccesibles al ganado (cabras, ovejas, arruis, conejos) y han sido poco afectados por los incendios, se han convertido en pequeños jardines botánicos, con gran diversidad y han servido de refugio para varias especies endémicas en vías de extinción, palmeras (*Teline stenopetala* var. *sericea*, *Cheirolophus arboreus*, *Lotus pyranthus*, *Helianthemum cirae*, ...) o canarias (*Bencomia exstipulata*, *Cicer canariense*, ...) o incluso como único lugar conocido en la actualidad (*Thesium* sp.) para su existencia. La amplia superficie y desniveles que conforman el interior de la gran cuenca han deparado notables descubrimientos en los últimos años y es posible que aun queden otros por localizar.



Fig. 7. Los grandes y frecuentes desniveles que caracterizan La Caldera de Taburiente, constituyen un excelente refugio para muchos endemismos palmeros o canarios, a pesar de los procesos erosivos y la presencia de ganado.

Otro rasgo dentro de su notable relieve son las prominencias orientadas al noreste y este de la isla, de manera que los territorios de mediana altitud, situados en la zona de Puntallana sirven de pantalla para frenar la entrada directa de los alisios y su humedad asociada, dejando hacia el sur una amplia zona, en torno a La Dehesa (sobre Santa Cruz de La Palma) con una mayor insolación y menores efectos de los alisios. Ello no permite la instalación de un monte verde, como sería lo normal sino que este territorio fue ocupado por pinares que llegaron hasta el mismo borde del mar, pudiéndose aun ver parte de su área de ocupación (Bco. Seco, al norte de S.C. de La Palma). Algo semejante ocurre en la zona sur de Mazo, en torno a los pagos de Tiguerorte y Tigalate, donde queda otra zona de sombra orográfica poco afectada por los alisios que igualmente fue ocupada por pinares, restos de los cuales podemos observar en la actualidad (Fig. 8).

Al contrario de lo anterior, otra peculiaridad en el relieve que afecta a la distribución de la vegetación son las altitudes más o menos uniformes de la Cumbre Nueva a lo largo de algunos kilómetros. Estas alturas que no sobrepasan los 1500 (igual que en La Gomera), no constituyen una barrera suficiente para retener el mar de nubes, que desborda hacia las vertientes occidentales en bellas cascadas y posibilita, por su frecuencia, la instalación de bosques de monte verde en los que están presentes muchas de las especies típicas de la laurisilva palmera hasta formar, por falta de humedad,

una transición por medio de brezales a los pinares en cotas inferiores (Llanos de las Cuevas – Montaña Quemada) o zonas más secas (altos de El Riachuelo y faldas occidentales del Birigoyo y volcanes aledaños). Este cambio en el paisaje y la vegetación es semejante al que nos encontramos al pasar del sector norte húmedo garafiano, caracterizado por el monteverde a la zona más seca, a occidente, a partir de Llano Negro, donde los pinares comienzan a tomar protagonismo en cotas inferiores, llegando hasta el borde de los acantilados costeros de los que fueron desplazados por el uso agrícola y la explotación de los mismos.



Fig. 8. Los barrancos de El Río y La Madera, cerca de Las Nieves, caracterizados por el dominio del pinar, reciben poca influencia de la humedad proporcionada por los vientos alisios, siendo un notable ejemplo bien conservado de la vegetación palmera. Único lugar donde se conoce uno de los cabezones de risco endémicos de la isla, *Cheirolophus santos-abreui*.

También significativa es la diferente caracterización de los acantilados que rodean la isla, de gran amplitud, por lo general, en su parte septentrional (Fig. 9) y con menor desnivel en la zona central y meridional, lo que contribuye asimismo al desarrollo de distintos tipos de vegetación, convirtiéndose en diversos puntos en auténticos refugios para la flora y la fauna debido a su inaccesibilidad, en particular en los municipios de Garafía y Barlovento. Estos acantilados septentrionales por sus dimensiones y características se asemejan a los que conforman gran parte del litoral de la isla de Madera.



Fig. 9. La costa de Barlovento muestra el aspecto escarpado, con grandes acantilados, que caracteriza casi toda la mitad septentrional de la isla, donde se localizan varios de los endemismos insulares.

Si bien la madurez geológica de la mitad septentrional permitió el desarrollo de los distintos tipos de vegetación en todo su esplendor,

alcanzado su climax, no ha ocurrido lo mismo con la zona meridional (Fig. 10), donde las repetidas erupciones volcánicas, incluyendo las históricas han ido marcando un retroceso en los procesos de colonización, por incendios y ocupación del territorio, además de que muchos de los malpaíses existentes no tienen la edad suficiente para permitir el establecimiento de la vegetación que por altitud y condiciones climáticas le correspondería viéndose limitada, en su asentamiento, por la carencia de suelos aun en formación. La presencia de diversas especies adaptadas a establecerse en territorios pedregosos y la alta cobertura de líquenes especializados en desarrollarse sobre lavas recientes (*Stereocaulon vesubianum* entre los más importantes) dan una idea clara de los procesos de colonización que se están llevando a cabo en estos momentos, siendo la presencia de estas coladas un interesante recurso para comprender el inicio del poblamiento de nuevas zonas volcánicas, en particular en las islas Canarias mostrándonos el papel que ejercen diversas especies vegetales en el mismo, donde el pino canario (*Pinus canariensis*) toma un especial protagonismo, que hace patente su gran papel en la transformación, disgregación de rocas, formador de suelos y actuar como uno de los primocolonizadores de las islas en sus fases más jóvenes.



Fig. 10. Las costas escarpadas y jóvenes del sureste de la isla (Mazo y Fuencaliente), muestran una vegetación insipiente con dominio de retamares y algunos ejemplares de sabinas, acebuches y pinos.

Condiciones climatológicas

La situación geográfica de la isla de La Palma en el extremo noroccidental del archipiélago y por tanto más adentrada en el océano atlántico, la colocan en una situación favorable para recibir los beneficios de las perturbaciones climáticas asociadas a depresiones en altura portadoras de lluvias, pudiendo considerarse como la isla con mayores recursos hídricos del territorio canario. Ello está en relación directa con el efecto de las lluvias sobre el territorio permitiendo el desarrollo de buenas comunidades arbustivas o arbóreas que son típicas en la vegetación canaria (matorrales de costa, bosques termófilos, monteverde, pinares y matorrales de cumbre). Además, sus notables alturas con varios picos que sobresalen por encima de los 2000 m hacen que reciba periódicamente, cada invierno, el efecto de las nevadas (Fig. 11) que repercuten en la recarga de los diferentes acuíferos, produciendo escorrentías permanentes dentro de la Caldera de Taburiente y en algunos puntos del exterior (Marcos y Cordero, El Río) que dieron lugar, en tiempos anteriores a la Conquista, a la existencia de tres caudales importantes (G. Frutuoso, 1590), permanentes,



Fig. 11. Las nevadas es un fenómeno meteorológico que se presenta todos los años en las cumbres septentrionales y en menor intensidad en las meridionales, afectando a la vegetación de cumbre dominada por codesares de *Adenocarpus viscosus* ssp. *spartioides*.

en la isla: el desagüe de la Caldera de Taburiente a través del barranco de Las Angustias, el manantial de El Río que facilitó la instalación de la capital de la isla al discurrir desde las cumbres de Las Nieves y el manantial que vertía por el barranco del Agua, en el municipio de San Andrés y Sauces, que posibilitó la instalación de ingenios azucareros cerca de su desembocadura, poco después de la ocupación y conquista de la isla (Fig. 12). Estos manantiales permanentes condicionaban la presencia de una vegetación (saucedas de *Salix canariensis*), flora y fauna especiales, de la cual nos quedan aun algunos testimonios mayormente en el interior del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, ya que las aguas de las otras dos escorrentías se hallan canalizadas y no permiten el desarrollo de comunidades ligadas a ambientes higrófilos, en particular saucedas, que se limitan a presencias puntuales.

Es muy probable, antes del poblamiento de la isla, la existencia de otras escorrentías permanentes de menor cuantía, en particular ligadas a las fachadas norte y este de la misma como en el barranco de La Galga (Puntallana) u otros barrancos de los municipios de Barlovento y Garafía.

El poblamiento benahorita y sus repercusiones sobre el territorio

Al igual que el resto de las islas mayores del archipiélago, La Palma fue ocupada por poblaciones aborígenes algunos siglos antes de nuestra Era. A juzgar por la abundancia de testimonios que se hallan repartidos por todo el territorio insular (cuevas habitadas y funerarias, construcciones diversas, grabados, conjuntos de cazoletas y canalillos, etc.) podemos afirmar que todo el espacio insular estuvo bajo la influencia de los benahoritas y sus actividades. Practicantes de una escasa agricultura, sus efectos mayores sobre el territorio estaban basados en la recolección de elementos comestibles (frutos, rizomas,...), de maderas para diversos usos, incluyendo la combustión, y en particular en el uso del territorio para el mantenimiento de sus rebaños, fundamentalmente de cabras pero también con presencia notable de ovejas y en menor medida de cerdos.

Por los abundantes testimonios que nos han dejado, practicaban una cierta trashumancia, sobre todo en verano tal y como ha pervivido hasta hace escasos años en las cumbres septentrionales ejerciendo una notable influencia sobre los distintos tipos de vegetación. Por la presencia continua, la escasez de área disponible y su fragilidad, fueron sin duda las zonas de cumbres las que se vieron mayormente afectadas por dicho pastoreo que tuvo como consecuencia inmediata la regresión de su flora, el empobrecimiento de los matorrales, la casi desaparición de diversas especies por predación [retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*), retamón (*Genista benahoavensis*), tajinastes (*Echium gentianoides* y *E.*

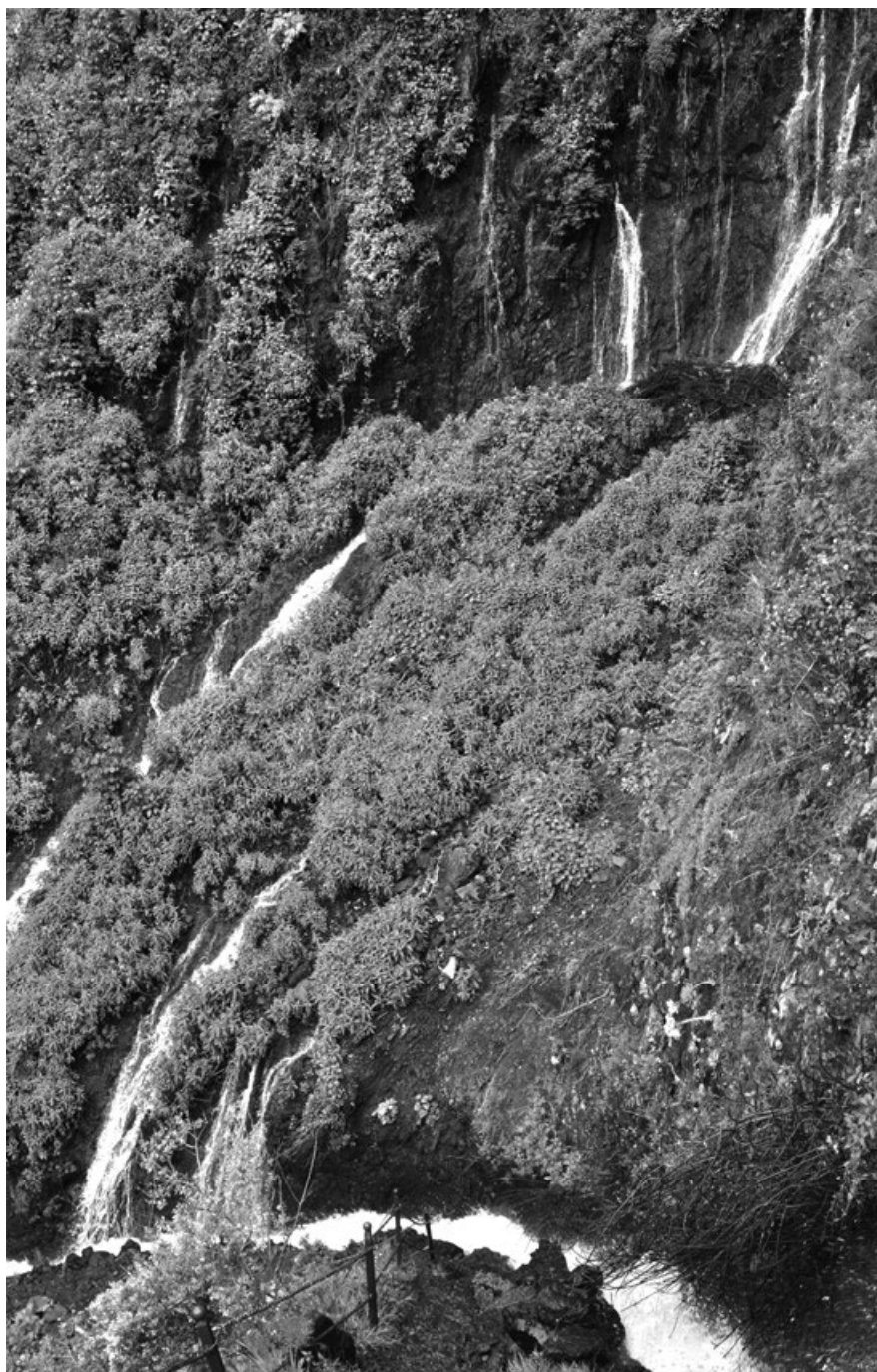


Fig. 12. Los nacientes de Marcos y Cordero (San Andrés y Sauces) dieron lugar a la escorrentía estable del barranco del Agua, uno de los tres manantiales permanentes comentados en la obra de Gaspar Frutuoso a fines del s. XVI.

wildpretii ssp. *trichosiphon*),...], un cambio importante en la fisionomía del paisaje que pasaría de un bosque abierto de cedros (*Juniperus cedrus*) con matorrales de leguminosas (retamas del Teide, retamones, codeso, tagasaste mollar, gacia plateada) a la dominancia de un matorral casi monoespecífico de la más resistente de ellas, el codeso (*Adenocarpus viscosus* var. *spartioides*), la especie mejor adaptada para sobrevivir a dichas actividades pastoriles. En la actualidad este matorral, se ha visto liberado de la predación del ganado controlado, pero desde los años 70 del pasado siglo sufre la presión de otro herbívoro introducido oficialmente, el arruí (*Ammotragus lervia*), cuyas poblaciones siguen causando importantes daños a la flora local, rica en especies endémicas, insulares o canarias. A ellos se han añadido de forma clandestina, más recientemente, el muflón (*Ovis orientalis*) desde la isla de Tenerife donde fueron introducidos también a comienzos de los años 70 del pasado siglo. La rara presencia de algunos taxa, además de los citados, como la hierba pajonera (*Descurainia bourgeauana*) o el perejil de cumbre (*Pimpinella cumbrae*), ambos endemismos exclusivos de las cumbres de Tenerife y La Palma, puede deberse a la intensa labor de depredación de estos ganados señalados, aparte del efecto que también ejercen los conejos, introducidos a partir del siglo XV en toda la isla y de los incendios que provocaban los cabreros para la “mejora-rejuvenecimiento” del matorral de codeso envejecido.

Investigaciones históricas

Otra curiosa singularidad, relativa a la historia de la botánica palmera, tiene que ver con las primeras exploraciones científicas que se llevan a cabo en las islas. Si bien referencias puntuales a la flora y vegetación se encuentran en algunos documentos anteriores a la conquista normanda y a partir de esta (Le Canarien, 1404-1420) pasando por otras crónicas, documentos-datos de repartimientos, numerosos protocolos notariales, etc., las primeras noticias dedicadas al patrimonio botánico canario (dejando al margen la alusiones de Plinio en el s. I d.C.) comienzan a aparecer a principios del siglo XVI con la descripción e iconografía del drago por Clusio, en 1576, y diversas referencias que en textos de los llamados prelinneanos (botánicos anteriores a Linneo), mayormente ingleses, hacen de plantas canarias cultivadas en los jardines de la nobleza y realeza europea, así como en jardines particulares y oficiales dedicados al recreo o la medicina.

Es de destacar en estos primeros siglos las aportaciones “botánicas” que encontramos en textos históricos como son los de L. Torriani (fines s. XVI) o G. Frutuoso (c.1590). Entre ellos sobresalen las abundante alusiones a la flora y vegetación que nos da el azoriano Frutuoso que tuvo que disponer de unas fuentes o informadores que conocían bien el territorio

palmero, comentando la presencia de distintas especies como fayas, viñátigos, loros, barbusanos, tiles, adernos, acebiños, mocanes, sabinas, pinos, o almácigos y mencionando distintos tipos de vegetación como mocanal, sabinal o pinar. Estas actividades, con gran desarrollo durante el siglo XVII y principios del XVIII, antes de iniciarse la era botánica linneana tuvieron un curioso episodio en La Palma, con el paso por la isla de una expedición inglesa rumbo a China en la que viajaba el “surgeon” (médico-naturalista) James Cuninghame hombre de gran curiosidad a juzgar por el gran legado que dejó de todo su viaje, especialmente en lo relativo a China. Su estancia, aun no bien aclarada en sus motivos, en La Palma, a fines de 1678 y principios de 1679, tuvo entre otras consecuencias la recolección de diversas especies vegetales en las proximidades de la capital de la isla, donde la tripulación de la que formaba parte nuestro personaje había sido encarcelada o retenida. J. Cuninghame, a juzgar por las plantas recolectadas, tuvo que efectuar un recorrido por el Barranco del Río-Las Nieves y alrededores haciendo acopio de más de 100 muestras vegetales diferentes, conservadas en la actualidad en el museo de Historia Natural de Londres (British Museum-Natural History), correspondientes a una buena representación de la flora nativa de La Palma, incluyendo diversos endemismos macaronésicos como el drago (*Dracaena draco*), canarios (como el pino, *Pinus canariensis*) o palmeros como una de las especies de margaritas (*Argyranthemum*) y uno de los tajinastes (*Echium breviflorum*) presentes en la isla. Este hecho convierte a La Palma en la primera isla en la que se llevó a cabo una herborización importante, que sirvió para el cultivo, estudio y publicación por parte de notables botánicos ingleses, en particular Leonard Plukenet y J. Petiver (a fines del s. XVII y principios del XVIII), de una buena parte de nuestra flora, incrementando notablemente los conocimientos que ya se tenían de ella, representada con curiosas especies en los jardines mencionados [margaritas (*Argyranthemum frutescens*), cresta de gallo (*Isoplexis canariensis*), capitana (*Phyllis nobilis*), chahorra canaria (*Sideritis canariensis*),...]. Estas colecciones ya han sido estudiadas y publicadas en diversos artículos (Santos Guerra, 1993; Santos Guerra *et al.*, 2011).

Por otra parte, La Palma, fue explorada esporádicamente por otros investigadores importantes, en particular durante el siglo XIX lo que dio lugar a un incremento notable en los conocimientos de su patrimonio biológico, incluyendo el descubrimiento de sus endemismos. Así, visitaron la isla en 1815 el geólogo alemán. L. von Buch acompañado del botánico noruego Christian Smith, también P.B. Webb y S. Berthelot, autores de la ingente Historia Natural de la Islas Canarias en 1829 (Fig. 13) o C. Bolle (1859-1861) y H. Christ (1888). Ya en el siglo XX destacan los estudios y publicaciones de J. Bornmüller (1904), Pitard & Proust (1908), O. Burchard (1929), E. Sventenius (1944-1971) o Ceballos y Ortuño (1951) a

las que hay que añadir las actividades del médico y naturalista local, Dr. Elías Santos Abreu, que si bien se interesó en conocer la flora no llegó a publicar nada respecto a la misma pero si en el campo de la Entomología. Las investigaciones realizadas por las nuevas promociones de biólogos formados en la Universidad de La Laguna se inician a fines de los años 60 del pasado siglo permaneciendo ininterrumpidas hasta la actualidad, incrementándose desde entonces, a un ritmo creciente, los conocimientos sobre la biota canaria. En el caso de La Palma los estudios botánicos se sintetizaron en el trabajo que llevamos a cabo desde fines de los años 60 del pasado siglo, sobre la Vegetación y Flora de la isla, publicándose finalmente en 1983, que se ha visto mejorado e incrementado en años posteriores por diversos autores.

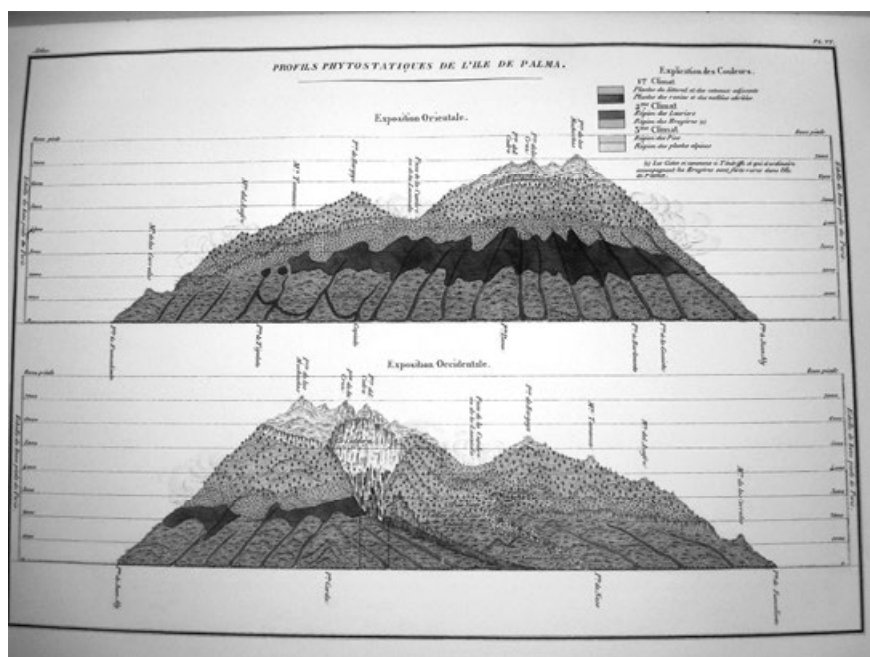


Fig. 13. P. B. Webb y S. Berthelot fueron algunos de los visitantes ilustres que llevaron a cabo estudios en la isla de La Palma en la primera mitad del s. XIX (1829), publicando en el Atlas de su monumental trabajo los mapas con la distribución de la vegetación palmera.

Flora y vegetación

Todos los factores, bióticos y abióticos, arriba indicados han tenido sus repercusiones directas o indirectas en el poblamiento de la isla, donde a pesar de que las corrientes aéreas (vientos alisios) y marítimas (corriente de

Canarias) no le son favorables, teniendo en cuenta la situación geográfica, no han sido barreras para la llegada de un notable conjunto vegetal acorde con las características generales del archipiélago, dando lugar a la formación y establecimiento de los diferentes tipos de vegetación característicos de la misma así como de la arribada de un poblamiento animal que ha logrado superar los impedimentos indicados, incluyendo la presencia del lagarto gigante (*Gallotia simonyi auaritae*), hoy en estado fósil.

Al igual que ha ocurrido en el resto de las islas y a pesar de la juventud aludida, otros factores como la altitud han compensado las adversidades para potenciar los fenómenos de evolución (radiación adaptativa) que han originado una flora joven pero rica en especies endémicas, algunas de ellas de notable singularidad. Esto ha sido posible también por la eficacia con que han actuado los vectores de polinización y dispersión. Si comparamos La Palma con La Gomera, en cuanto a riqueza florística, nos podría llamar la atención que en esta última se hallan representados más endemismos que en la primera, teniendo solo la mitad de su superficie y sin alcanzar los 1500 m de altitud. Frente a ello en la isla colombina, además de su proximidad a Tenerife, ha jugado a favor el tiempo, con una estabilidad geológica que abarca unos 11 millones de años, lo que ha brindado diversas oportunidades (dispersión, evolución, conservación,...) para la diferenciación de su poblamiento biológico, tanto en plantas como en animales pudiendo considerarse uno de los territorios más ricos, tanto en su flora como en su fauna, del archipiélago.

Si nos centramos ahora en La Palma, en particular en su poblamiento vegetal podemos observar que la mayoría de los grupos más característicos y mejor representados en la flora canaria, han conseguido llegar a la isla, evolucionando en muchos casos para dar lugar a grupos de endemismos, tal y como ocurre dentro de la familia de las crasuláceas con los bejeques y orejas de ratón (*Aeonium* spp. y *Aichryson* spp., respectivamente), de las Asteráceas o Compuestas con diversas especies de distintos grupos: cerrajas (*Sonchus* spp.), margaritas (*Argyranthemum* spp.) y centaureas (*Cheirolophus* spp.), en la familia de las boragináceas con diferentes miembros del grupo de los tajinastes (*Echium* spp.) o en las Crucíferas con dos especies de coles de risco (*Crambe* spp.) (Figs 14-20).

Otros géneros que en diversas islas están representados por diversas especies no ha conseguido diversificar en La Palma, o están escasamente evolucionados (una o dos especies) tal y como ocurre con las chahorras (*Sideritis*, fam. Lamiaceae) que solo cuenta con dos especies (introducciones independientes) frente a cuatro de La Gomera o once en Tenerife), los tomillos borriqueros (*Micromeria*, fam. Lamiaceae) con una sola especie endémica al igual que las encimbas o flores de Mayo (*Pericallis papyraceus* como único endemismo insular). En otros casos,



Fig. 14. Una de las cerrajas (*Sonchus bornmuelleri*), endémica de la isla, es característica de los ambientes halófilos costeros en el norte y este.



Fig. 15. El bejeque rojo (*Aeonium nobile*) es una de las especies endémicas, más llamativa por su coloración, en el gran conjunto de las crasuláceas canarias. Caracteriza comunidades rupícolas de ambientes muy cálidos y soleados del oeste y este de la isla.



Fig. 16. La isla cuenta con varios cabezones de risco endémicos. El más repartido de ellos es *Cheirolophus arboreus* adaptado a ambientes frescos de pinares o laurisilva, limitado a la mitad septentrional.



Fig. 17. La encimba o flor de mayo, *Pericallis papyraceus*, es el único representante del género exclusivo de la isla. Planta muy vistosa y abundante en ambientes diversos de medianías y costas frescas.

algunos géneros no presentan radiación insular, pero han conseguido una dispersión efectiva desde otras islas y se hallan representados por diversos endemismos canarios como es el caso de las siemprevivas (*Limonium*) con tres representantes (*L. aff. arborescens*, *L. imbricatum* y *L. pectinatum*) o de las margaritas (*Argyranthemum* spp.) con al menos cuatro especies diferentes.

A su vez, diversos géneros que no han diversificado en el archipiélago están presentes en la isla, tales como la mayoría de las especies arbóreas de las cuales por ahora no ha sido localizado el delfino (*Pleiomeris canariensis*) que se limita a Tenerife y Gran Canaria pero que tendría buenas condiciones para su instalación en La Palma, o el naranjero salvaje (*Ilex perado* ssp. *platyphylla*) cuya presencia está aún pendiente de confirmar. Dentro de las especies arbóreas, aparte de la majestuosidad de sus pinares, hay que destacar que la isla cuenta con la mejor representación actual del cedro canario (*Juniperus cedrus*), con cientos de ejemplares mayormente refugiados en los inaccesibles paredones del interior de la Caldera o de su borde exterior siendo el último testimonio mejor conservado de lo que fue la distribución natural de esta especie en la vegetación canaria y a su vez el mejor ejemplo del tipo de vegetación arbórea que, en Tenerife y La Palma, ascendía a mayores alturas. Es de admirar el porte soberbio de muchos de los ejemplares centenarios que aun se hallan en las cumbres septentrionales adquiriendo a veces un aspecto que asemeja a gigantescos bonsáis naturales.

Dentro de los arbustos canarios es de señalar la presencia de algunos endemismos, raros, en su distribución a nivel regional, entre ellos el atractivo oro de risco (*Anagyris latifolia*) o uno de los tréboles de risco (*Lotus eriophthalmus*) ambos de la familia de las leguminosas o la malva de risco (*Lavatera acerifolia*, Malvaceae) de la que solo se conoce una localidad en el barranco de El Jurado (Tijarafe). Otro caso curioso son las escasas citas que existen para una de las especies más vistosas de la laurisilva, la cresta de gallo (*Isoplexis canariensis*) que no ha vuelto a ser localizada desde inicios de los años 70 del pasado siglo. Otros ejemplos llamativos incluyen la distribución de uno de los bejeques más curiosos de la flora canaria (*Aeonium sedifolium*) que limita su dispersión a zonas cálidas del oeste de Tenerife y La Palma, con una escasísima representación en el este de La Gomera. En sentido contrario, quizás debido a la juventud de la isla, algunas de las especies antes citadas no han tenido tiempo suficiente para establecerse en ella o no han conseguido un buen vector de dispersión que lo haga posible. Así es llamativa la ausencia de plantas como el palo de sangre (*Marcetella moquiniana*, Rosaceae) presente en La Gomera y Tenerife o diversas especies del género *Sonchus* (*S. acaulis*, *S. congestus* o *S. leptocephalus*).



Fig. 18. Las margaritas o magarzas, también conocidas como bainenas o pampillos en algunos lugares, presentan varias especies propias de la isla. *Argyranthemum haouarytheum* es la mejor adaptada a los ambientes secos de pinares alcanzando las cumbres más altas.



Fig. 19. Entre los tajinastes propios de la isla, el más curioso por su morfología y su bella floración es una especie limitada a las cumbres que bordean, interior y exteriormente, La Caldera, el *Echium gentianoides*.



Fig. 20. Otro de los tajinastes propios de las cumbres septentrionales que ha intentado colonizar las meridionales y que estuvo en peligro por la presencia constante de ganados, es el bello *Echium wildpretii* ssp. *trichosiphon*, pariente del tajinaste rojo de Las Cañadas del Teide.

Son escasos los endemismos canarios que limitan su distribución a las islas más occidentales (La Gomera, El Hierro y La Palma) como ocurre con una cerraja (*Sonchus hierrensis*, Compositae) y un cebollín (*Androcymbium hierrense*, Colchicaceae), o solamente a La Palma y El Hierro, como es el caso de uno de los cardoncillos o mataperros (*Ceropegia hians*, Asclepiadaceae) que fue descrito para La Palma y que al igual que otras plantas herreñas han tenido una dispersión fácil desde esta isla.

Singularidades en la flora

En la actualidad la flora palmera se ha visto incrementada en un número significativo, tanto en su flora nativa como, por desgracia, en la flora alóctona asilvestrada que puede, en varios casos, tornarse invasora. En el catálogo (Santos, 1983) se incluían 774 especies de las cuales 70 se consideraban endemismos insulares (43 especies, 7 subespecies, 8 variedades y 11 híbridos naturales), 104 canarios y 33 macaronésicos.

Posteriormente, la publicación Lista de especies silvestres de Canarias (BIOTA), en su última versión de 2010, recogía para La Palma, un total de 862 especies, de las cuales 36 corresponden a endemismos insulares (especies). Las diferencias entre los dos catálogos se corresponden con errores de determinación, una asignación de áreas de distribución distinta (p. ej., *Silene pogonocalyx* se considera presente también en El Hierro en BIOTA al igual que *Ferula latipinna*, descrita para La Palma, en La Gomera), un concepto más restrictivo en el BIOTA (p. ej., no se consideran especies *Aeonium palmense* o el *Ae. vestitum*), la incorporación de especies a este catálogo publicadas con posterioridad al de 1983 (p. ej. *Cistus palmensis*, Cistaceae) o la inclusión en el de 1983 de especies inéditas (*Argyranthemum* sp., *Cheirolophus* sp., *Parolinia* sp.), algunas aun no confirmadas (*Ruta* sp.).

En los últimos años, debido a nuevas adiciones, el número de endemismos palmeros se ha incrementado en tres taxa (*Helianthemum cirae*, *H. linii* y *Monanthes subrosulata*), mientras que otras novedades están en vías de publicación o estudio y otras esperan ser publicadas, siendo menores el número de adiciones relativas a endemismos canarios (*Hymantoglossum metlesicsianum*) y nulas las macaronésicas.

Dentro de la flora es de destacar la singularidad de algunos de sus elementos respecto a los congéneres de otras islas. Así, entre las siete especies de bejeques-veroles presentes en la isla de las cuales cinco son endémicas, es notorio que una de ellas (*Aeonium nobile*) no tenga parangón en belleza dentro del grupo, que comprende más de treinta especies canarias, dos maderenses, una caboverdiana y otras tres en territorio continental africano y Península de Arabia, destacando lo llamativo de su

floración anaranjada y el carácter monopódico (no ramificado) que comparte con otros taxa.

Algo semejante ocurre dentro del grupo de los tajinastes donde la isla cuenta con siete representantes arbustivos o perennes, todos endémicos a excepción del *Echium strictum*. De ellos la espectacular especie *E. pininana* es el mejor ejemplo, dentro de todo el conjunto, de adaptación a los bosques de laurisilva donde destaca por su magnífica floración y su crecimiento monopódico que puede tener entre 2 y 3 metros de tallo y otro tanto de inflorescencia. Dentro de este mismo grupo se halla el muy llamativo tajinaste de las cumbres septentrionales (*Echium gentianoides*), tanto por su follaje como por su floración, que morfológicamente no tiene ningún pariente semejante en el resto de las islas, mientras que otras especies pueden considerarse auténticos vicariantes (par de especies próximas) como ocurre con el tajinaste de costa o arrebol (*Echium brevirame*) muy cercano al *E. aculeatum* de Tenerife, La Gomera y El Hierro, al tajinaste de cumbre (*Echium wildpretii* ssp. *tricosiphon*) muy próximo al tajinaste rojo del Teide (*E. wildpretii* ssp. *wildpretii*) o a los tajinastes *Echium webbii* y *E. bethencourtii* que se asemejan a otros elementos arbustivos de las islas centrales y occidentales.

Destaca en la familia de las compuestas y dentro de ellas en el grupo de las cerrajas el *Sonchus webbii*, considerada a veces como género (*Lactucosonchus*) propio de la isla (sería el único), pero pariente muy próximo del resto de las especies del archipiélago, que solo presenta algunas semejanzas, por su morfología, con otras especies del noroeste de Tenerife (*Sonchus tuberifer*) del que sin embargo muestra diferencias genéticas significativas. Asimismo dentro de esta familia, otra singularidad palmera es la presencia de la única lechuga (*Lactuca palmensis*) endémica del archipiélago, elemento que participa en las comunidades arbustivas de las altas cumbres insulares, y al igual que otros endemismos canarios (*Avena canariensis*, *Cicer canariense*, *Dactylis smithii* o *Patellifolia* spp.), parientes silvestres de plantas cultivadas, con un particular interés para la mejora de ellas.

Un aspecto muy llamativo de la isla, condicionado por su orografía y altitud es el hecho de compartir, solo con Tenerife, una flora única de cumbres superiores a los 2000 m de altitud, caracterizada por la presencia dominante de diversas leguminosas endémicas que dan lugar a matorrales densos de 1-3 m de altura en los que se dan cita diversos endemismos, mayormente canarios (13 especies) o insulares (18 en Tenerife, 10 en La Palma). Muchos de ellos auténticos vicariantes dentro de los géneros *Adenocarpus*, *Descurainia*, *Echium* o *Pterocephalus*. Entre los cuales destacan las dos violetas, *Viola cheiranthifolia* en Tenerife y *V. palmensis* en La Palma, llamada “pensamiento de cumbre” con un porte mayor y más

llamativo que su pariente tinerfeño y los tajinastes de cumbre, antes indicados (Fig. 21).



Fig. 21. El singular y atractivo pensamiento de cumbre o violeta palmera (*Viola palmensis*), relacionada con la del Teide, va aumentando paulatinamente su presencia en los últimos años, después de la erradicación del pastoreo en las cumbres de los municipios norteños.

Otros endemismos comunes a estas dos islas y territorios cumbreños incluyen a la crespa o pinillo (*Plantago webbii*, también en Gran Canaria), la medicinal fistulera de cumbre (*Scrophularia glabrata*), la tonática o yerba del Teide (*Nepeta teydea*) lamiácea de interés etnobotánico, la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*), la gramínea *Arrhenatherum calderae*, el cabezón de cumbre, *Cheirolophus teydis*, una de las hierbas pajoneras, *Descurainia bourgeauana*, el perejil de cumbre, *Pimpinella cumbrae*, el bello turgayte o cinco uñas, *Bethencourtia palmensis* y la vistosa cariofilácea *Cerastium sventenii* (también en El Hierro).

Curiosamente en esos ambientes cacuminales, de Tenerife y La Palma, también se desarrollan algunas plantas europeo-africanas adaptadas a condiciones especiales de las cuales merecen destacarse la presencia del peralillo de Cumbre, *Sorbus aria* (Rosaceae), único representante nativo del género en Canarias, arbolillo bastante raro en la flora de las islas, al igual que el arbusto *Ephedra major* (Ephedraceae) de interés farmacológico y

uno de los helechos más escasos existentes en las islas, el curioso *Asplenium septentrionale* de pequeños frondes casi lineares.

Por otra parte, tanto en Tenerife como en La Palma están presentes otros endemismos insulares, exclusivos, que se unen al grupo de especies singulares de alta montaña. Destaca en La Palma, por su gran belleza durante la floración, el retamón de cumbre (*Genista benehoavensis*) una de las leguminosas arbustivas de mayor interés de las islas (Fig. 22) o el bello tajinaste con las flores de color azul genciana ya mencionado (*Echium gentianoides*). Ambos estuvieron al borde de la extinción mientras duró la intensa actividad ganadera milenaria tradicional.

Afortunadamente parte de las cumbres palmeras es un territorio protegido al estar incluidas dentro del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente y en el Parque natural de Las Nieves. Estos parajes, que habían estado sometidos a un pastoreo casi permanente durante más de dos milenios, de lo que han dejado testimonio numerosos restos arqueológicos o etnográficos, se han visto favorecidas para su conservación con la prohibición hace algunos años de la actividad pastoril pero, lamentablemente, está por otra parte afectado por la introducción, en los años 70 del pasado siglo, de otra especie herbívora (el arruí) foránea con fines cinegéticos.



Fig. 22. La especie más interesante de las altas montañas palmeras, limitada a la zona norte, es sin duda el incomparable retámon (*Genista benehoavensis*), una de las leguminosas más raras y vistosas que estuvo al borde de la extinción debido a las actividades ganaderas llevadas a cabo durante más de dos milenios.

Por desgracia, a una recuperación natural con un seguimiento controlado de la evolución de la vegetación, al eliminar la mayor causa de su deterioro, se ha venido a sumar en los últimos años una serie de actividades que consideramos nocivas bajo diferentes puntos de vista, por una parte la alteración, sin necesidad alguna de los procesos naturales que permitirían estudiar una recuperación natural de esa vegetación. Nos referimos a la propagación y siembras masivas, alterando unos suelos naturales, ricos en restos arqueológicos, que han modificado de una forma sustancial y anormal el paisaje de las cumbres. A ello se ha sumado las lamentables experiencias, en un territorio tan frágil y tan interesante de siembras aéreas, desde un helicóptero, esparciendo millones de semillas sobre estas cumbres, desde luego sin posibilidad de seguimiento del resultado de dichas siembras, poniendo en dificultades y disminuyendo el valor de los resultados de los futuros trabajos biológicos que se hagan sobre este espacio y el origen de las muestras que se tomen para los mismos. En la actualidad gran parte del territorio potencial para el desarrollo de los matorrales de leguminosas de cumbres, se hallan bajo intervenciones que poco contribuyen al estudio de los procesos de conservación y recuperación de territorios degradados por la intensa actividad humana indicada, destruyendo para el futuro la posibilidad de poder comprobar, estudiar mejor in situ las posibilidades de supervivencia de toda una comunidad vegetal y su fauna asociada, además de alterar los suelos naturales, favoreciendo la entrada de especies alóctonas que pueden suponer un peligro potencial para la conservación de tan importante patrimonio. Algunas de estas especies, que eran ajenas al ecosistema, pueden verse ya en los bordes de la carretera de acceso a las cumbres tales como el hinojo (*Foeniculum vulgare*), la gualda (*Reseda luteola*) o el relinchón (*Hirschfeldia incana*). Estos efectos de contaminación de estos interesantísimos pero frágiles territorios se ven incrementados por el aumento de visitantes, y los trabajos necesarios para la instalación de telescopios y otras infraestructuras necesarias para la interesante investigación astrofísica en curso, provocando la nitrofilización de diferentes parcelas donde las plantas invasoras comienzan a establecerse tal y como se ha visto recientemente con el asentamiento de una población de *Senecio* sp. (Compositae).

Plantas en vías de extinción

Aunque no conocemos ninguna especie endémica palmera que haya sido considerada extinguida en los últimos años, si hemos de tener en cuenta que varias de las especies exclusivas de la isla se hallan en situación crítica de supervivencia, como ya hemos comentado en diversos ejemplos anteriormente, bien por procesos naturales (genéticos, dispersión,

problemas de biología reproductiva,...), alteraciones de su hábitat (ocupación territorial histórica, cultivos, etc...) o por la introducción deliberada o accidental de herbívoros, plantas invasoras y plagas.

A ello se añade el hecho de que siguen apareciendo especies nuevas en la isla, algunas de ellas ya conocidas en fase de publicación. Muchas se descubren en situaciones de difícil acceso o áreas muy reducidas (*Helianthemum cirae*), pero en otros casos las novedades florísticas pueden hallarse en sitios insospechados, accesibles pero poco explorados como ya ha ocurrido varios veces o incluso en lugares sometidos a una moderada o fuerte presión antrópica (cultivos, vías de comunicación, etc.) como ha sido el caso del *Helianthemum linii*.

Posiblemente los casos más extremos de plantas en vías de extinción hay que referirlos a dos especies de *Lotus* ya mencionadas (*L. eremiticus* y *L. pyranthus*), relacionados con dos especies endémicas de Tenerife en situaciones muy similares de conservación (*L. berthelotii* y *L. maculatus*), a las que recientemente se añade una nueva especie, en estudio, de la isla de La Gomera. En todos los casos se trata de especies con poblaciones únicas (*L. eremiticus*) o muy escasas con un reducidísimo número de ejemplares (*L. pyranthus*) (Fig. 23). Para la preservación de las mismas se han dictado normas de conservación, por los servicios correspondientes del Gobierno de Canarias y Cabildos Insulares, mediante la elaboración de Planes de Recuperación puestos en marcha, eficazmente, en los últimos años.



Fig. 23. El pico de fuego (*Lotus pyranthus*) es una de las especies más raras de la isla que al igual que su pariente también palmero el *L. eremiticus*, ha sido sometida a un exitoso programa de conservación.

Singularidades en la vegetación

Como ya comentamos al inicio de estas notas, La Palma debido a su altitud reúne las condiciones adecuadas para que en ella se desarrollen los principales tipos de vegetación que caracterizan al archipiélago canario con la excepción de la ausencia de comunidades litorales psamófilas (sobre sustratos arenosos) debido a la inexistencia de estos por la ausencia de plataformas submarinas a lo largo del litoral. También hemos comentado el distinto tipo de desarrollo de la vegetación y la distribución de la flora en relación a la existencia de dos territorios claramente marcados por su geología. Por tanto es lógico y así se observa que la mitad septentrional presenta unas comunidades vegetales más maduras, incluso podríamos afirmar que llegaron a su óptimo desarrollo antes del poblamiento humano de las islas pero debido a este, muchas zonas, en particular las cotas inferiores han perdido parte de las mismas y otras se han transformados y se presentan, a modo de mosaico con restos de bosques primarios, secundarios o matorrales de sustitución intercalados con cultivos. Tan solo las zonas más abruptas (acantilados costeros, laderas de profundos barrancos), bosques parcialmente protegidos o los bosques situados en cotas altas presentan un mejor estado de conservación y nos recuerdan el primigenio pasado de los mismos. No hay que olvidar que a pesar de antiguas explotaciones forestales, entre ellas madereras para exportación, la isla presenta una moderada densidad de población que ha permitido una mejor conservación de su patrimonio natural.

Brevemente podemos hacer un recorrido por las comunidades vegetales mejor representadas indicando algunas de sus diferencias respecto a otras islas. Iniciando este trayecto desde el nivel de mar hacia las cumbres, observamos que los litorales palmeros presentan unas buenas comunidades del llamado cinturón halófilo, particularmente en los territorios norteños más estables, con las típicas especies que los caracterizan, algunas nativas como son el salado (*Schizogyne sericea*) y la lechuga de mar (*Astydamia latifolia*) o endémicas canarias como la siempreviva de la mar (*Limonium pectinatum*) y el tomillo marino (*Frankenia ericifolia*). En algunos puntos, de la zona septentrional, estas comunidades se enriquecen con la presencia del endemismo palmero-tinerfeño *Limonium imbricatum* (otra de las siemprevivas canarias más raras), o de algunos endemismos locales entre los que destacan el recientemente publicado *Tolpis santosii* (Asteraceae), exclusivo de los litorales situados al norte y noreste de la isla así como de una de las margaritas (*Argyranthemum* sp.), en estudio, exclusiva de dichos ambientes y la presencia puntual de la cerraja *Sonchus bornmuelleri*, igualmente representantes de la familia Asteraceae.

La zona costera seca, aun con cierta influencia halófila proporcionada por la maresía que la baña, presenta el desarrollo de buenos tabaibales

dulces caracterizados por la *Euphorbia balsamifera*, mientras que los cardonales, con dominancia de *E. canariensis*, solo se hallan bien representados de forma puntual, particularmente en lugares orientados al norte (Fig. 24) y este, expandidos ya en la zonas más jóvenes geológicamente de Mazo para reaparecer, en las costas suroccidentales, igualmente de forma puntual, de Los Llanos de Aridane (entorno de Charco Verde-Puerto Naos). Intervienen en ellos además de las características comunes a diversas islas, algunos endemismos locales como el *Echium breviflorum*, *Agyranthemum* aff. *haouarytheum*, *Sonchus bornmuelleri* y *S. palmensis*, siendo curiosa la presencia (no exclusiva de estos territorios) de la elegante lechuguilla compartida con Tenerife, *Sonchus arboreus*.



Fig. 24. Las costas de Santo Domingo (Garafía) muestran el aspecto típico del norte de la isla, donde predomina la vegetación ligada a la influencia marina (plantas halófilas) y la presencia de tabaibales y cardonales con dominancia de *Euphorbia* (*E. balsamifera* y *E. canariensis* respectivamente).

Subiendo de nivel altitudinal, y situándonos en áreas propias para el desarrollo de los bosques termófilos (Fig. 25), es de destacar en la isla de La Palma, que este tipo de vegetación, en particular los bosque de laurisilvas secas con alta presencia de barbusanos (*Apollonias barbujana*), tuvieron un gran desarrollo en la fachada mas húmeda de la isla (orientaciones norte y noreste), dentro de la parte más antigua de la misma,



Fig. 25. En las vertientes secas del noroeste, la transición de la vegetación costera da paso a los pinares, sin presencia de laurisilva, donde pueden hallarse también elementos del bosque termófilo y abundantes retamas en zonas alteradas.

así como también en situaciones favorables de las profundas gargantas de los barrancos situados al noroeste como es el de Garome en Tijarafe. Desde aquí, algunas de sus especies comenzaron su dispersión hacia zonas más meridionales, geológicamente más recientes, llegando a ocupar superficies

importantes en las costas de Breña Baja y Mazo, en terrenos más secos y más permeables pero aproximándose varias de sus especies arbóreo-arbustivas a cotas muy bajas, entre ellas el acebuche (*Olea cerasiformis*), mocán (*Visnea mocanera*) o peralillos (*Gymnosporia cassinoides*). La falta de condiciones apropiadas tanto climatológicas como en los sustratos determinaron que en la zona meridional este tipo de bosques, en sus diversas variantes (palmerales, sabinares, dragonales, bosque mixto esclerófilo) ocuparan cotas algo más altas, hasta unos 500 m s.n.m., pero llegando a formar bosques muy diversos como aun lo atestiguan restos de los mismos (Finca Amado, Breña Baja) y cercanías, o los residuos que se hallan en el Hoyo de Mazo y proximidades (antigua dehesa comunal El Mocanal). Posiblemente fueron zonas de las Breñas y La Dehesa (S/C de La Palma) las que albergaron una mayor proliferación de palmeras canarias (*Phoenix canariensis*), llegando a formar auténticos palmerales, así como también se llegarían a establecer algunos bosquetes de dragos asociados a los mismos formando parte de esta interesante y variada vegetación termófila (Figs 26-28). Particularmente curiosos son los testimonios que aun pueden verse, en zonas más secas de palmerales con pinos (Mirca en Santa Cruz de La Palma o puntualmente en áreas de Tijarafe).

En cuanto a los sabinares, es posible que tuvieran un escaso desarrollo en el norte (Bco. San Juan como mejor representación actual) y noreste debido a que las buenas condiciones meteorológicas posibilitaban el desarrollo de otras especies más dominantes, como el ya comentado barbusano y probablemente una alta presencia de almácigos (*Pistacia atlantica*). Por estos motivos, es probable que este tipo de vegetación encontrara unas condiciones más propicias para su desarrollo en las zonas más frescas de la mitad meridional donde ocuparon una extensa área que abarcaba a zonas de Breña Baja y parte norte de Mazo donde aun se pueden apreciar acebuches, mocanes y sabinas, aisladas o en pequeños bosquetes que nos permiten hacernos una idea aproximada de su pretérito esplendor (Montaña de la Centinela-Mazo). En el resto de la mitad sur, tanto por condiciones más adversas (menor pluviosidad, mayor insolación, vulcanismo más reciente,...) este tipo de vegetación entraría en competición con los agresivos pinares, teniendo solo un mayor protagonismo en algunas crestas y lomos abiertos a la influencia de los alisios como se ve aún en algunos puntos de las costas de Mazo y Fuencaliente, en el entorno de las coladas del volcán de Martín (1646), con la presencia testimonial de sabinas (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) y acebuches (*Olea cerasiformis*).

En cuanto a la flora asociada a este tipo de vegetación, de aspecto mediterráneo, hemos de indicar que aparte de algunos endemismos macaronésicos [jócamo (*Teucrium heterophyllum*), granadillo (*Hypericum canariense*), norsa (*Tamus edulis*), taragontía (*Dracunculus canariensis*),



Fig. 26. Otra de las manifestaciones que pudieron ser características de la vegetación del noroeste es la presencia de dragos en las zonas de transición entre costa y pinar, aunque los actuales han estado bajo la influencia de actividades humanas.



Fig. 27. El bosque termófilo, caracterizado por una gran diversidad de árboles y arbustos, ha sido muy alterado por ser la zona que probablemente fue más usada para diversas actividades humanas después del poblamiento de la isla.



Fig. 28. En el noroeste, barrancos como el de Garome (Tijarafe) conserva restos de bosquetes termófilos, con mocanes, asociados a los pinares dominantes que descendían a cotas muy bajas.

jazmín (*Jasminum odoratissimum*),...], o canarios (*Bryonia verrucosa*, *Scilla latifolia*, *Spartocytisus filipes*,...), diversos endemismos insulares, sin ser en su mayoría exclusivos de estos ambientes, tienen aquí su mejor representación como son algunos tajinastes (*Echium brevirame* y *E. bethencourtii*), la única chahorra endémica (*Sideritis barbellata*), dos de las centaureas palmeras (*Cheirolophus sventenii* y *Ch. junonianus*) o la abundante lechuguilla (*Sonchus palmensis*). Cabe resaltar que algunos de los endemismos insulares más amenazados tienen en esta zona sus únicas poblaciones conocidas, como son los ya mencionados con anterioridad centaurea de Teneguía (*Cheirolophus junonianus*) y el pico de cernícalo (*Lotus eremiticus*).

En fechas recientes, debido a plantaciones artificiales, se desarrollan bosques de dragos (zona costera de Puntagorda) que junto a los antiguos grupos de La Tosca (Barlovento) o Las Tricias (Garafía) crean un paisaje que quizás en épocas pretéritas se desarrolló de forma espontánea, pero que casi desaparecieron debido al uso intensivo con diversos fines de esta mítica especie [extracción de sabia (sangre de drago), fabricación de corchos para colmenas, cordelería o forraje].

Siguiendo el ascenso virtual por las laderas palmeras, a la vegetación termófila le sucedería, en unas condiciones de mayor humedad y con influencia directa y frecuente de los alisios y su mar de nubes asociado, el gran desarrollo de los bosques de monteverde (laurisilva, fayal-brezal y brezales) (Fig. 29). Los auténticos bosques de laurisilva con su variado arbolado, sus grandes alturas y la abundancia de helechos tuvieron un gran protagonismo en la vegetación palmera ocupando una extensa área del norte, y noreste, con la salvedad de la anomalía comentada correspondiente a Las Nieves-Dehesa-Tagoja, para luego prolongarse, hacia el sur, en toda la Cumbre Nueva. Desde estos límites meridionales de la zona antigua de la isla, y al igual que ocurriera con los otros pisos de vegetación ya comentados, estas formaciones boscosas invadieron las zonas aledañas más jóvenes de la isla, municipios de Mazo y Breña Baja, donde es difícil reconocer que llegaron a una madurez total (ausencia de algunas especies características o muy raras como el tilo o el viñátigo), debido en gran parte al gran uso que han tenido en todos los siglos siguientes a la conquista de la isla y que aún perduran con los correspondientes aprovechamientos forestales autorizados. A pesar también, de las intervenciones que tuvieron los mejores bosques de la parte septentrional, el abandono de usos tradicionales de extracción (maderas, forrajes, carboneo, etc.), así como la protección y conservación de grandes áreas (Red de espacios protegidos) permite que hoy podamos contemplar desde el exterior el verdor que caracterizó a toda esa masa forestal antes de iniciarse su uso, aunque un recorrido por su interior permite reconocer, en muchos casos, la intensa huella de una explotación continuada durante varios siglos. Es de reseñar



Fig. 29. Los grandes barrancos de la mitad septentrional húmeda, aun conservan notables manifestaciones de la vegetación de laurisilva, gran parte de la cual fue sometida a frecuentes explotaciones forestales en épocas pasadas.

que dentro de ese área potencial, las especiales circunstancias que llevaron a la protección de los montes de El Canal y Los Tilos, nos han dejado una muestra única, en buen estado de conservación, no solo a nivel de La Palma sino también de Canarias, de uno de los mejores testimonios de los prístinos bosques de laurisilva. Al igual que para otros tipos de vegetación, las condiciones climáticas y edafológicas asociadas a la misma también se traducen en una flora especializada en la que participan elementos macaronésicos como varios de los árboles presentes en ellos el acebiño (*Ilex canariensis*), laurel (*Laurus novocanariensis*), viñátigo (*Persea indica*), tilo (*Ocotea foetens*) o el barbusano (*Apollonias barbuja*) así como arbustos [algaritofe (*Cedronella canariensis*), cachimbera (*Phyllis nobla*),...], canarios [chahorra canaria (*Sideritis canariensis*), palomera (*Pericallis appendiculatus*), col de risco (*Crambe santosii*),...] o exclusivamente palmeros, entre ellos uno de los más vistosos tajinastes canarios (*Echium pininana*), un tipo de cañaheja, (*Ferula latipinna*), la margarita de Webb (*Argyranthemum webbii*), la jara palmera (*Cistus palmensis*) o dentro de la vegetación rupícola asociada, la melera (*Aeonium goochiae*).

Por encima de la cota media de unos 1200 m s.n.m., la laurisilva comienza a dar paso a los vistosos pinares húmedos de cuya magnificencia aun nos podemos hacer una idea contemplando los que se desarrollan en el entorno de Roque Faro (Garafía), pinares que aún conservan en su sotobosque algunos elementos arbóreos-arborescentes del bosque húmedo (en particular fayas y brezos), con abundantes líquenes y briofitos epífitos, pero que rápidamente dejan paso a unos pinares secos con escasa influencia de los alisos húmedos y sin la cual, hasta los brezos dejan de manifestarse (Figs 30 y 31). Sin embargo estos pinares se enriquecen con otras especies, donde prácticamente desaparecen las macaronésicas [malfurada (*Hypericum grandifolium*)] ya que es un tipo de vegetación exclusivamente canario, pero están presentes, a pesar de la pobreza florística de estos pinares, diversos endemismos canarios [amagantes o jaras (*Cistus symphytifolius*) con la variedad palmera *canus*, o la singular e interesante garbancera (*Cicer canariense*)] y palmeros como otro tipo de lechuguilla (*Lactucosonchus webbii*), dos tipos de tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* var. *palmensis* y var. *calderae*), o el corazoncillo palmero (*Lotus hillebrandii*), vicariante del tinerfeño *L. campylocladus*.

Quizás uno de los hechos más destacables dentro de la flora asociada a los pinares secos es la presencia en ellos de otros endemismos en vías de extinción, entre los que destaca el vistoso *Lotus pyranthus* (fam. Fabaceae), cuya representación mundial quedó limitada a contados ejemplares dispersos antes de iniciarse los programas de rescate para su conservación, o las jarillas recientemente publicadas (*Helianthemum cirae* y *H. linii*), igualmente con poblaciones muy reducidas en este ambiente.

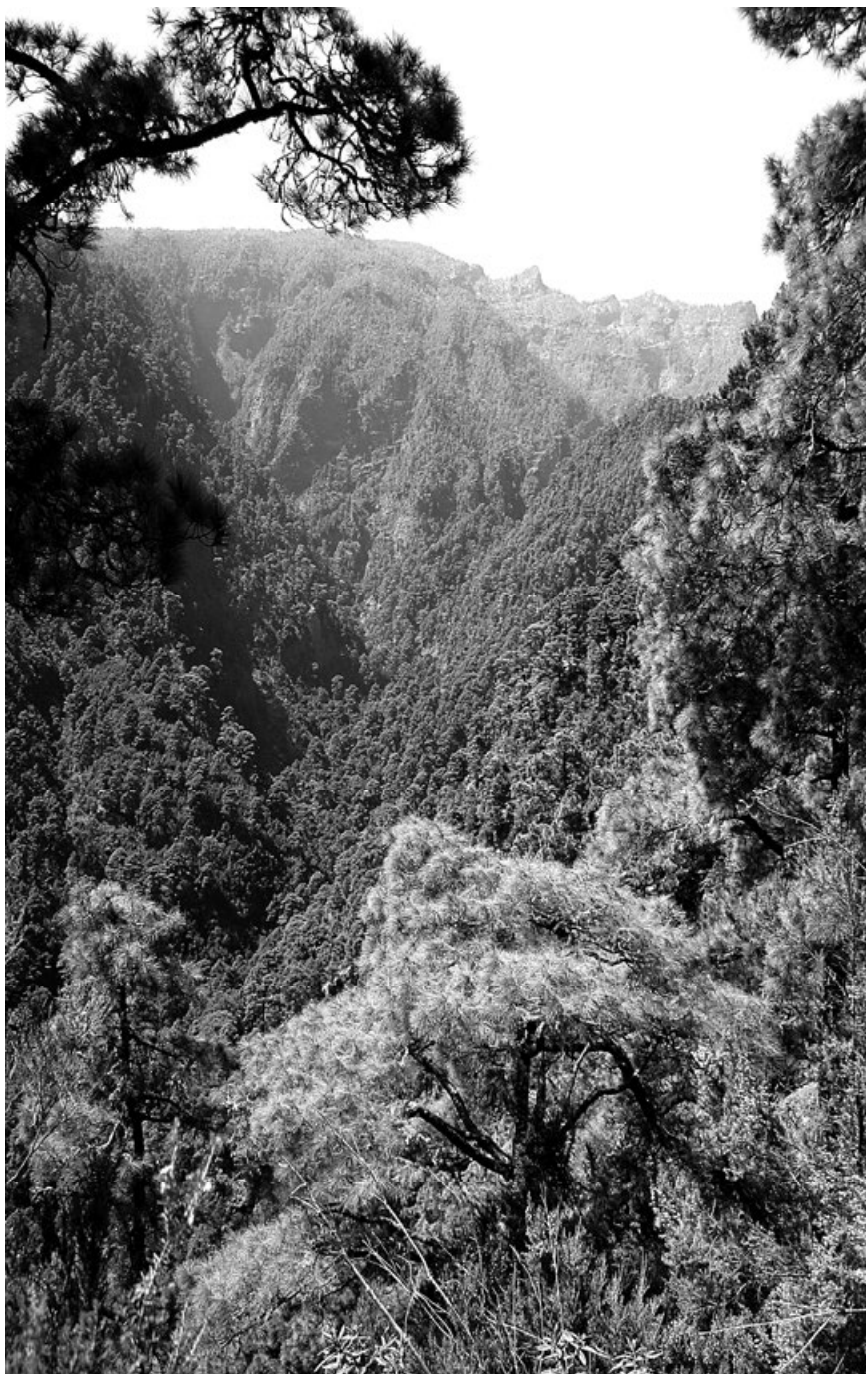


Fig. 30. Los pinares del barranco de El Río, sobre las Nieves, a pesar de los incendios que han sufrido, manifiestan una extraordinaria belleza y buen estado de conservación favorecido por la dificultad y control de acceso al mismo.



Fig. 31. Las vertientes orientadas a occidente y sur del Pico de Bejenado y zonas aledañas fuera de la influencia de los alisios, presentan buenas manifestaciones de pinar, limitado por los aprovechamientos agrícolas y la existencia de núcleos urbanos en las cotas inferiores.

Estos bosques ocuparon también las vertientes occidentales fuera de la influencia de los alisios, desde cotas muy bajas (ejemplo interesante en el Pinar de Sotomayor, El Paso) y suben hasta altitudes en torno a los 1900 m s.n.m.. A dichas alturas, en la parte septentrional, forman un bosque mixto abierto con cedros canarios (*Juniperus cedrus*), el mejor ejemplo a nivel de la vegetación canaria, que dan paso a la vegetación de cumbres ya comentada en apartados anteriores (Figs 32-34).

Vegetación rupícola

Las comunidades características de zonas escarpadas, rocosas, adaptadas a las abundantes grietas y fisuras de estos inhóspitos ambientes, tienen en La Palma, un amplio territorio donde desarrollarse, especialmente en su mitad septentrional bajo la protección de los grandes barrancos que la caracterizan y con un menor desarrollo en las zonas meridionales donde predominan las pendientes suaves y barrancos poco profundos (Fig. 35). Estos ambientes han sido no solo refugio para muchos elementos nativos de



Fig. 32. El límite superior del pinar, por encima de los 1800-1900 m s.n.m., lo marca la presencia del cedro canario (*Juniperus cedrus*) que asciende hasta la altura máxima de la isla acompañando al codesar.



Fig. 33. Desde los Andenes, en el borde limítrofe de La Caldera y las vertientes garafianas septentrionales se puede observar la zonación de las partes más altas de la isla con la transición de los bosques de laurisilva húmeda, al pinar y de estos a los matorrales de altura.



Fig. 34. Después de un pastoreo continuo durante más de dos milenios en las cumbres septentrionales, el codeso, formando matorrales, quedó como especie dominante en la vegetación mostrando una llamativa floración durante el mes de junio.

la flora, incluidos diversos endemismos canarios sino también para la diferenciación de los que son exclusivamente palmeros, entre los que podemos hallar diversas crasuláceas de los géneros *Aichyrson*, *Monanthes* y sobre todo *Aeonium*, siendo estos los dominantes en estas situaciones, particularmente con la abundancia del *Ae. davidbramwellii* en cotas medias y bajas y del *Ae. palmense*, en cotas más altas de pinares, monteverde y zonas costeras húmedas. Otros elementos exclusivos, adaptados a riscos, incluyen la rara centaurea *Cheirolophus santos-abreui*, habitante de los barrancos del Río y la Madera, sobre Santa Cruz de La Palma. Hay que tener en cuenta, que debido a la presión ganadera, muchas especies buscaron refugio en zonas escarpadas [tajinastes (*Echium* spp.), cerrajas y lechuguillas (*Sonchus* spp.), retamas, gacias y herdanera (*Teline* spp.),...] cuando en realidad no son exclusivamente rupícolas y forman parte de diversos tipos de matorrales tal y como se observa cuando la presión ganadera o recolectora deja de ser intensa y estas especies tratan de recuperar su hábitat natural.



Fig. 35. La presencia de abundantes escarpes, riscos y acantilados a lo largo de la superficie insular permite la instalación de comunidades rupícolas donde suelen hallarse algunas de las especies endémicas más llamativas como el *Echium webbia*, uno de los endemismos insulares, aunque no sean específicas de dichos ambientes.

Transformación y conservación de la vegetación y el paisaje

A lo largo del texto hemos ido viendo y comentando las características de la flora y vegetación palmera, la madurez que alcanzó la zona norte y el desarrollo que no tuvo la zona sur, interrumpido en gran medida, además, por la ocupación humana de la isla (Figs 36 y 37). Fruto de ella tenemos en la actualidad un mosaico de comunidades vegetales donde se combinan unos ecosistemas aparentemente poco alterados, que nos presentan desde la lejanía el aspecto natural que les corresponde, entremezclados con otros más o menos abiertos donde se ve la huella de su explotación e incluso la desaparición de los mismos y su ocupación por comunidades de matorrales de diverso tamaño y composición florística (granadillares, retamares, cerrillares, tomillares, etc...) que nos dan información acerca de la evolución de la vegetación y su mejor o peor grado de conservación. Estos matorrales presentan una fisionomía semejante a la de otras islas, aun cuando en ellos participen especies endémicas, que al no ser las dominantes no marcan diferencias significativas, visuales, al compararlos con el resto de las islas canarias, tales como el caso de los pinares que después de un incendio, presentan una dominancia de *Lotus hillebrandii* y se asemejan a lo que ocurre en Tenerife, con la alta presencia de *L. campylocladus*. También se podrían comparar, de igual modo, los matorrales pioneros de lavas históricas, donde varias especies participan de forma semejante en diferentes islas (papel de diversas crasuláceas, *Rumex* spp., helechos,...).

La transformación de la cubierta vegetal insular presenta un especial impacto, en la actualidad, en las laderas occidentales de la Cumbre Nueva (Breña Alta) donde una incontrolada proliferación de castaños, cuyo cultivo se ha abandonado, permite su propagación en gran cantidad por laderas y barrancos ahogando completamente la vegetación de monteverde que halla a su paso en un avance, aun no interrumpido por causas climatológicas, hacia las cumbres de dicho territorio. Hecho que demanda un estudio urgente para conocer como se está produciendo dicha invasión e intentar su control. Algo semejante, aparentemente no tan grave, sucede en las vertientes occidentales en los cultivos parcialmente abandonados del almendro, en áreas de pinar, cuyos patrones se están propagando de forma vegetativa, dando lugar arboles portadores de almendras amargas.

Alteraciones importantes en el paisaje, tienen que ver, desde hace siglos con el establecimiento y propagación de diversas especie de cactáceas y agaváceas de origen americano, en particular distintos tipos de tunera, entre las que *Opuntia ficus-indica* es la más extendida y agresiva, y de piteras, de las cuales *Agave americana* ocupa el papel protagonista. Su viejo asilvestramiento a veces nos hace dudar de su carácter alóctono, pero estas especies americanas al igual que otros elementos foráneos, de antiguo

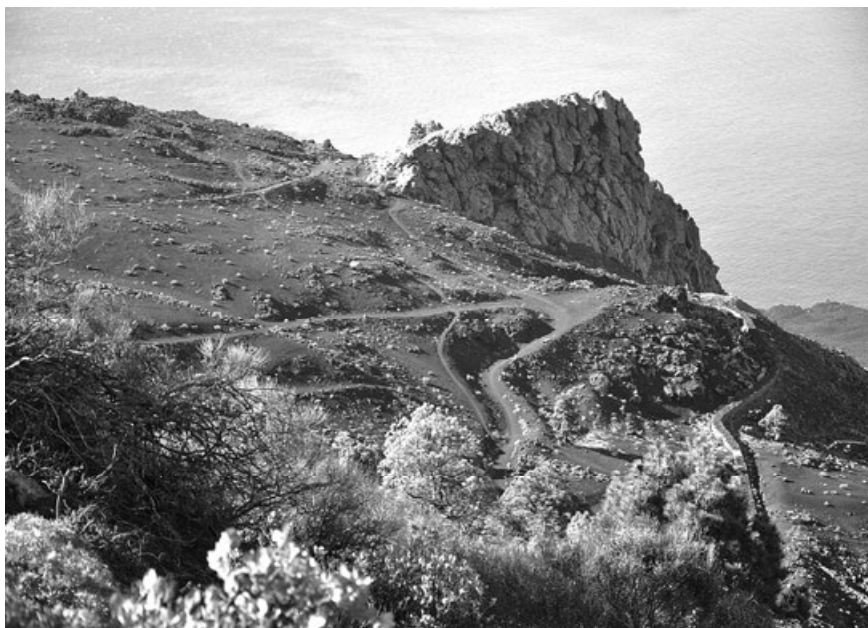


Fig. 36. El Roque de Teneguía es un lugar emblemático por su naturaleza fonolítica, la presencia de grabados rupestres y la existencia de un tipo de cabezón (*Cheirolophus junonianus*), exclusivo del lugar. Todo ello implica una protección especial del mismo.

asentamiento (*Ageratina* spp, *Tradescantia fluminensis*, *Eschscholzia californica*,...) se unen a otras de reciente introducción pero de gran agresividad, poniendo en grave problema la conservación del patrimonio que hemos estado describiendo. Por si fuera poco, somos conscientes de que la introducción de especies alóctonas, invasoras, no se ha detenido y que otras especies ya han iniciado un proceso colonizador semejante a la plaga actual más pernicioso, la protagonizada por el rabo de gato (*Pennisetum setaceum*, gramínea). Ello nos advierte de la necesidad de un control más exhaustivo de las nuevas invasoras, reales o potenciales, y de su rápida erradicación siempre que sea posible. Es probable que problemas que ya existen en otras islas, como la presencia y proliferación de la compuesta norteafricana *Pluchea ovalis* en Tenerife, alcance en corto tiempo otras islas y se convierta en otro grave problema medioambiental. Aunque cada año se detectan y publican nuevas adiciones florísticas insulares de este tipo, no todas se convierten en plaga o incluso muchas tienen una vida efímera al no lograr establecerse en estos territorios.

Si bien durante siglos los métodos tradicionales de explotación de los recursos naturales llegaron a causar fuertes impactos por su duración, en los últimos decenios, dichas alteraciones se incrementaron con la introducción



Fig. 37. Diversos problemas, debido a plantas invasoras, afectan a la conservación del patrimonio vegetal de la isla. La expansión incontrolada del bosque de castaño, árbol introducido, aumenta en corto tiempo la ocupación y desaparición del bosque natural de laurisilva y fayal-brezal en las partes medias y altas de Cumbre Nueva (Breña Alta).

de maquinaria pesada, apertura de numerosas pistas forestales, explotaciones a matarrasa, aun en lugares de fuertes pendientes, incremento de incendios o sobrepastoreo. Las medidas tomadas con fines de proteger las áreas naturales (establecimiento de la Red de espacios naturales protegidos) de mayor interés o con un grado de conservación mejor han sido positivas, aunque su efectividad a veces se ha visto mermada con la introducción “oficial” o no de especies foráneas tanto vegetales como animales (particularmente dañinas las de arruí y muflón). Estas últimas, aun cuando por ley deberían estar erradicadas, continúan ejerciendo una larga acción destructiva sobre el medio físico y directamente sobre los endemismos por predación y pisoteo, ya que la mayoría del alimento disponible lo constituye la variada flora endémica que hemos estado mencionando. Por otra parte, el mantenimiento de prácticas inadecuadas (incorrecto manejo de taludes, limpieza de cunetas inapropiadas, no seguir los protocolos de control ya establecidos,...) contribuyen a una mejor y más rápida dispersión de especies invasoras como las antes indicadas, así como también los ajardinamientos públicos donde aun se siguen utilizando algunas de dichas especies (agaváceas, cactáceas,...).

Conservar adecuadamente es misión de todos, pero para su efectividad es necesario tener los conocimientos adecuados, mantener la alerta constante y seguir las normativas que para conseguir la mejor preservación se dictaminen por las autoridades competentes una vez discutidas y consensuadas con los estamentos implicados. Ejemplo recientes, ponen también en evidencia que ya muchos problemas escapan a las actuaciones de las autoridades competentes, desbordadas por la magnitud que alcanza algunos de ellos (sirva de ejemplo la proliferación del rabo de gato) y que cada vez es más necesaria la participación voluntaria de ciudadanos formados o correctamente dirigidos que contribuyan a la salvaguarda del patrimonio natural canario, único en el mundo.

Bibliografía

- ACEBES GINOVÉS, J.R., M.C. LEÓN ARENCIBIA, M.L. RORDRÍGUEZ-NAVARRO, M.J. DEL ARCO AGUILAR, A. GARCÍA GALLO, P.L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ DELGADO, V.E. MARTÍN OSORIO & W. WILDPRET DE LA TORRE (2010). Pteridophyta, Spermatophyta. En: Arechavaleta, M., S. Rodríguez, N. Zurita & A. García (eds.). *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres)*. 2009: 119-172. Gobierno de Canarias.
- BOLLE, C. (1859). Addenda ad floram Attlantidis, praecipue insularum Canariensium Gorgadumque I-II. *Bonplandia* 7: 238-246, 293-298.
- BOLLE, C. (1860). Addenda ad floram Attlantidis, praecipue insularum Canariensium Gorgadumque III-IV. *Bonplandia* 8: 130-136, 279-287.
- BOLLE, C. (1861). Addenda ad floram Attlantidis, praecipue insularum Canariensium Gorgadumque V. *Bonplandia* 9: 50-55.
- BORNMÜLLER, J. (1904). Ergebnisse Zweier botanischer Reiser nach Madeira und den Canarischen Inseln. *Bot. Jahrb.*, 33: 387-492.
- BURCHARD, O. (1929). Beiträge zur Okotogie und Biologie der kanaren-Pflanzen. *Bibl. Bot.* 98.
- CEBALLOS, L. & F. ORTUÑO (1951). *Estudio sobre la vegetación y flora forestal de las Canarias occidentales*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid, 465 pp. + 13 mapas. (Reeditado por el Cabildo Insular de Tenerife en 1976).
- CHRIST, H. (1888): Spicilegium canariense. *Bot. Jahrb.* 9: 86-172.
- FRUTUOSO, G. (1590). Las Islas Canarias (de Saudades de Terra). *Fontes Rerum Canarium*, XII. Instituto de Estudios Canarios, La Laguna, (1964) pp. 87-111.
- PAIS PAIS, J. (1997). *El bando prehispánico de Tigalate-Mazo*. Centro de la Cultura Popular Canaria.
- PITARD, J. & L. PROUST (1908). *Les Îles Canaries. Flore de l'archipel*. París.
- SANTOS-GUERRA, A. (1983). *Vegetación y flora de La Palma*. Editorial Interinsular Canaria. Santa Cruz de Tenerife. 348 pp.

- SANTOS-GUERRA, A. (1993). La Botánica Canaria y los prelinneanos (Segunda mitad del Siglo XVII y primera del XVIII). *I Encuentro de Geografía, Historia y Arte de la Ciudad de Santa Cruz de La Palma. Area de Geografía*: 205-212.
- SANTOS-GUERRA, A. (1999). Origen y evolución de la Flora Canaria: 107-129. In Fernández-Palacios, J.M., J.J. Bacallado & J.A. Belmonte (eds.). *Ecología y Cultura en Canarias*. Organismo Autónomo de Museos. Cabildo de Tenerife.
- SANTOS-GUERRA, A. (2001). Flora vascular nativa, pp: 185-192. In Fernández-Palacios, J.M. & J.L. Martín-Esquivel (coords.). *Naturaleza de las islas Canarias. Ecología y Conservación*. Ed. Publicaciones Turquesa.
- SANTOS-GUERRA, A., C.E. JARVIS, M.A. CARINE, M. MAUNDER & J. FRANCISCO-ORTEGA (2011). Late 17th century herbarium collections from the Canary Islands: the plants collected by James Cuninghame in La Palma. *Taxon* 60: 1734-1753.
- SVENTENIUS, E.R. (1946). Notas sobre la flora de las Cañadas de Tenerife. *Boletín Inst. Nac. de Invest Agronómicas* 15: 149-171.
- SVENTENIUS, E.R. (1946). Contribución al conocimiento de la flora de Canarias. *Boletín Inst. Nac. Invest Agronómicas* 15: 175-194.
- SVENTENIUS, E.R. (1960). Additamentum ad floram canariensem I. *Inst. Nac. Invest. Agronómicas, Ministerio de Agricultura, Madrid*. 95 pp.
- SVENTENIUS, E.R. (1969). Plantae macaronesienses novae vel minus cognitae. *Ind. Sem. Hort. Acclim. Plant. Arautapae (Orotava)* 1969/69: 43-60.
- SVENTENIUS, E.R. (1970). Plantae macaronesienses novae vel minus cognitae. *Ind. Sem. Hort. Acclim. Plant. Arautapae (Orotava)* 1969/70: 41-43.
- SVENTENIUS, E.R. (1971). Plantae macaronesienses novae vel minus cognitae. *Ind. Sem. Hort. Acclim. Plant. Arautapae (Orotava)* 1970/71: 41-42.
- WEBB, P.B. & S. BERTHELOT (1836-1850). Histoire naturelle des Îles Canaries, III. *Botanique, 2. Phytographia Canariensis* (1840). París.

5. Fauna vertebrada en la isla de La Palma: estado de conservación y gestión

Félix Manuel Medina

*Servicio de Medio Ambiente. Cabildo Insular de La Palma. Avenida Los
Indianos, 20, 2º piso, 38700 Santa Cruz de La Palma, islas Canarias.
felix.medina@cablapalma.es*

La biodiversidad de la isla de La Palma es una de las más importantes del archipiélago canario, tanto en riqueza como en diversidad de especies, debido a la gran variedad de ecosistemas que en ella están representados, desde los matorrales costeros a los de la alta montaña pasando por los ambientes forestales termófilos, de laurisilva y pinar. Está compuesta por más de 5400 taxones de los cuales casi el 20% son endémicos del archipiélago canario. A pesar de que tanto la fauna invertebrada como la flora vascular silvestre conforman la mayor parte de esta biodiversidad, son los vertebrados el grupo de especies más conspicuas y más conocidas en la isla, siendo por tanto las más útiles a la hora de llevar a cabo programas de conservación y educación ambiental.

El listado de especies silvestres de Canarias recoge que la mayor parte de esta biodiversidad está compuesta, en este orden, por invertebrados artrópodos, hongos, flora vascular, briófitos, vertebrados, moluscos, anélidos, nematodos y platelmintos (Fig. 1). Los vertebrados, fauna considerada en este trabajo, solo constituyen el 2,3% del total de especies de animales en La Palma, lo cual se corresponde únicamente con el 1,2% del total de la biota presente en esta isla (Martín Esquivel *et al.*, 2005). Según los datos oficiales dados por estos autores, en La Palma estarían

presentes un total de 65 especies de vertebrados terrestres: 2 peces de agua dulce, 2 anfibios, 2 reptiles, 48 aves y 11 mamíferos (Fig. 1). Una revisión posterior (Arechavaleta *et al.*, 2010), incluye hasta 69 especies al incorporarse 2 nuevos reptiles, un ave y un mamífero. No obstante, en la actualidad, este número es ligeramente superior habiéndose registrado la nidificación de, al menos, 51 especies de aves (Lorenzo, 2007), la presencia de dos nuevos peces de agua dulce y de cinco nuevas citas de mamíferos introducidos (ver, por ejemplo, Acevedo-Rodríguez & Medina, 2010; Medina, 2014, 2016).

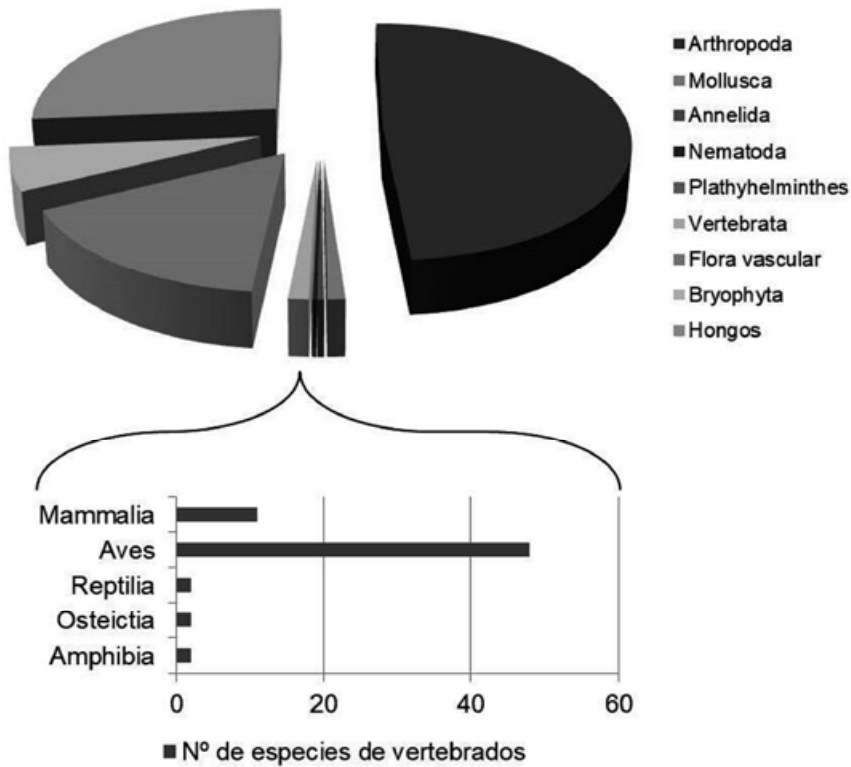


Fig. 1. Biodiversidad terrestre y número de especies de vertebrados presentes en la isla de La Palma. Datos obtenidos de Martín Esquivel *et al.* (2005).

Existen diversas publicaciones generales sobre la fauna de Canarias que contemplan antecedentes relativos a la situación de algunas especies vertebradas en La Palma pero sin recogerlas en su totalidad (Bacallado Aránega, 1984; Trujillo, 1991; Martín & Lorenzo, 2001; Brito *et al.*, 2002;

Martín Esquivel *et al.*, 2005; Bacallado *et al.*, 2006; Lorenzo, 2007; Arechavaleta *et al.*, 2010; Pérez Padrón, 2013). En esta contribución se hará un repaso de las especies de vertebrados que se conocen en la actualidad, o que han tenido poblaciones naturalizadas en algún momento, en esta isla. Asimismo, se harán algunas anotaciones en relación a su estado de conservación y actuaciones de manejo de sus poblaciones. Para ello se han revisado tanto trabajos publicados como estudios e informes inéditos en los que se aportasen reseñas de relevancia para ilustrar el mismo.

Peces

Cuatro especies de agua dulce han estado presentes en algún momento en la isla de La Palma. La anguila común (*Anguilla anguilla*), la única nativa se la considera extinguida del medio natural insular (Arechavaleta *et al.*, 2010). Se trata de un pez que vive en barrancos con corriente de agua permanente o semipermanente, charcas cercanas a las desembocaduras, zonas de mezcla de agua dulce y salada (Brito *et al.*, 2002), así como acequias, canales, embalses y presas (Lorenzo Perera *et al.*, 1999). Estos últimos autores comentan que, en La Palma, las anguilas se podían encontrar en localidades como el Muelle de Santa Cruz de La Palma, Barranco de San Juan y Barranco del Agua (San Andrés y Sauces), Barranco de Juan Adalid (Garafía) y Barranco de las Angustias (Tazacorte). Al igual que ocurrió en otras islas del archipiélago, la desaparición de las anguilas se ha asociado a la falta de agua en los barrancos como consecuencia de las sequías así como del aprovechamiento y canalización del agua (Lorenzo Perera *et al.*, 1999).

Sin embargo, poco se conoce acerca de otros peces de agua dulce introducidos en las islas como pueden ser el carpín (*Carassius auratus*) y la carpa común (*Cyprinus carpio*) los cuales han sido utilizados para el control de mosquitos y la limpieza de algas y vegetación de estanques de riego. Si bien se podrían haber utilizado otras especies en el pasado, no ha quedado constancia de ello, como si ha ocurrido recientemente con la aparición de otras dos especies, el pez mosquito (*Gambusia* spp.) y el guppy (*Poecilia reticulata*) (R. García, com. pers.).

Anfibios

Algo similar ocurre con los dos anfibios presentes en La Palma, la ranita meridional (*Hyla meridionalis*) y la rana común (*Pelophylax perezi*), ambas especies alóctonas para el archipiélago canario (aunque la rana común estaría ausente de Lanzarote y El Hierro, Llorente *et al.*, 2004). Probablemente, también fueron introducidas para luchar contra los mosquitos en estanques y depósitos de agua puesto que se alimentan

básicamente de insectos. A partir de estos hábitats antropizados, sus poblaciones se han ido naturalizando y en la actualidad es frecuente verlas en el medio natural como, por ejemplo, en buena parte del Barranco de las Angustias, principal vía de entrada al Parque Nacional de la Caldera de Taburiente. Ambas ranas tienen costumbres diferentes; la ranita meridional (Fig. 2) vive sobre todo asociada a la vegetación de ribera de los barrancos y corrientes de agua (Tejedo & Reques, 2004), adhiriéndose a ella gracias a unas ventosas que poseen en las terminaciones de sus dedos. Por su parte, la rana común es de hábitos más acuáticos y carece de ventosas, viviendo más directamente en contacto con el agua (Egea-Serrano, 2014).



Fig. 2. Ranita meridional (*Hyla meridionalis*).

Reptiles

Salamanquesas y lagartos, rañas y barboletes, nombres vernáculos dados en algunas localidades de La Palma, son los dos únicos reptiles autóctonos presentes hoy en día en la isla. La raña, también conocido como perenquén de Delalande (*Tarentola delalandii*) (Fig. 3), es una

especie endémica compartida con la isla de Tenerife, mientras que el barbolete (*Gallotia galloti palmae*) es una subespecie endémica insular.

Las rañas han sido muy poco estudiadas en Canarias. Se trata de un reptil de hábitos nocturnos y crepusculares, aunque con cierta actividad diurna, con una dieta insectívora en la que incluye otros invertebrados como arañas e isópodos terrestres (Salvador, 2015). Se distribuye por toda la isla siendo muy frecuente en zonas antropizadas.



Fig. 3. Perenquén de Delalande (*Tarentola delalandii*).

Los lagartos también son muy abundantes y ocupan todos los ecosistemas de la isla con una menor proliferación en los bosques de laurisilva puesto que éstos poseen unas condiciones ambientales poco favorables para las especies ectotérmicas, apareciendo en las zonas de borde, así como claros y pistas en el interior de este ecosistema (Medina *et al.*, 2006). Se han realizado numerosos estudios sobre la especie *Gallotia galloti* en Canarias (ver Salvador, 2009), reflejando diversos aspectos de su biología y ecología. Es de hábitos diurnos y dieta omnívora, incluyendo un considerable porcentaje de materia vegetal. Cabe destacar el importante papel ecológico que tiene en algunos ecosistemas insulares al ser un

eficiente vector de dispersión de semillas de plantas con frutos carnosos (Valido & Nogales, 1994). No obstante, se han realizado pocos estudios específicos sobre lagartos en la isla de La Palma, a excepción de aquellos que requerían de muestras para el desarrollo de investigaciones sobre generalidades de su biología y ecología (ver Salvador, 2009). Uno de los últimos trabajos publicados con relación a La Palma estuvo dirigido a determinar como la presencia de pesticidas en los cultivos de viña afectaban al uso de este recurso por parte de los lagartos (Yanes-Marichal *et al.*, 2017).

El caso del lagarto gigante de La Palma

Mención aparte requiere el tema de la supuesta presencia de un lagarto gigante vivo en la isla de La Palma. A finales de los años 1990 y principios del 2000, un equipo de investigadores del Departamento de Biología Animal de la Universidad de La Laguna, dirigidos por Aurelio Martín y Manuel Nogales, descubrieron dos nuevas especies de lagartos gigantes para Canarias, el lagarto canario moteado (*Gallotia intermedia*) en Tenerife (Hernández *et al.*, 2000) y el lagarto gigante de La Gomera (*Gallotia bravoana*) (Nogales *et al.*, 2001). Para su descripción científica utilizaron medidas biométricas, características de las escamas (foliosis), así como técnicas moleculares de análisis de secuencias de ADN mitocondrial. Estos hallazgos estimularon la búsqueda en La Palma de alguna población relictiva de lagartos gigantes. No obstante, a pesar de la existencia de zonas adecuadas, los resultados fueron infructuosos.

Sin embargo, resulta curioso y atrevido que a partir de una sola fotografía de un lagarto tomada en La Palma se considere por descubierta una nueva especie de lagarto gigante (*Gallotia auaritae*), o bien se dé por redescubierta una población considerada extinta de *Gallotia simonyi auaritae* (Mínguez *et al.*, 2007). Para muchos investigadores este trabajo carece de base y rigor científico (ver Martín, 2009), pero aun así sirvió para que a partir del registro fósil se le diese un nombre definitivo (Mateo *et al.*, 2001) que quedase, de alguna manera, para la posteridad y gloria...de sus autores. Este parece ser único fin de una publicación tan poco científica (Martín, 2009; Mateo, 2009) cuyo despropósito solo conlleva garantizarse en un futuro la autoría del descubrimiento. Esta mala praxis ha provocado que este taxón no esté reconocido en el listado de especies silvestres de Canarias (Arechavaleta *et al.*, 2010).

Reptiles introducidos

En La Palma se ha detectado la presencia de especies de reptiles nativos de otras islas del archipiélago, como por ejemplo los casos de varias

introducciones accidentales de lagartos de Gran Canaria (*Gallotia stehlini*) como consecuencia del transportes de mercancías entre estas islas (Medina, 2014). Asimismo, han aparecido dos núcleos de población de sendas especies de lisas. En la localidad de Los Llanos de Aridane se observaron ejemplares de la lisa dorada (*Chalcides viridanus*) como resultado del comercio de maderas entre Tenerife y La Palma (Medina, 2010a); mientras, en Tazacorte está asentada una población de lisa de Gran Canaria (*Chalcides sexlineatus bistratus*). En este caso se trató de una introducción voluntaria de unos 60 ejemplares traídos, 50 años atrás, por un vecino de la localidad que sabía que no estaban presentes de forma natural en La Palma (Medina, 2010b).

Por otro lado, cada vez es más frecuente la aparición de reptiles exóticos, algunos de ellos invasores, en el medio natural de la isla. Casos como los de la iguana común (*Iguana iguana*) (Fig. 4), o la falsa coral (*Lampropeltis triangulum*) (Medina, 2014), pueden suponer una grave amenaza para la conservación de los valores naturales y de las especies nativas. Más recientemente, han aparecido ejemplares de tortuga de Florida (*Trachemys scripta*), tortuga mordedora (*Chelydra serpentina*) e incluso de camaleón del Yemen (*Chamaeleo calyptratus*) como resultado, todos ellos, de escapes de animales mantenidos en cautividad como mascotas.



Fig. 4. Iguana común (*Iguana iguana*), una de las especies de reptiles exóticos encontradas en el medio natural de La Palma como consecuencia de escapes de cautividad de animales mantenidos como mascotas.

Aves

Según Lorenzo (2007) son los vertebrados más abundantes con un total de 52 especies nidificantes. En la Tabla 1 se relacionan todas las aves presentes en la isla reflejando, además, el grado de amenaza en el que se encuentran. De esta relación, el mosquitero canario (*Phylloscopus canariensis*), la paloma turqué (*Columba bollii*) y la paloma rabiche (*C. junoniae*), son endémicas de Canarias, mientras que el pinzón vulgar (*Fringilla coelebs palmae*) y el herrerillo común (*Cyanistes teneriffae palmensis*) son endemismos insulares a nivel de subespecie. Como ave exclusiva y símbolo faunístico de La Palma está la chova piquirroja o graja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*) (Fig. 5) cuyas poblaciones en el pasado ocupaban otras islas como La Gomera, Tenerife y, probablemente, El Hierro (Martín & Lorenzo, 2001). La población actual estaría conformada por unas 3000 aves (G. Blanco, com. pers.). Igualmente, la paloma rabiche también ha tenido un protagonismo particular en los últimos años gracias a un programa de reintroducción de esta especie en la isla de Gran Canaria, donde ha llegado a reproducirse y establecer poblaciones naturales (www.liferabiche.com).

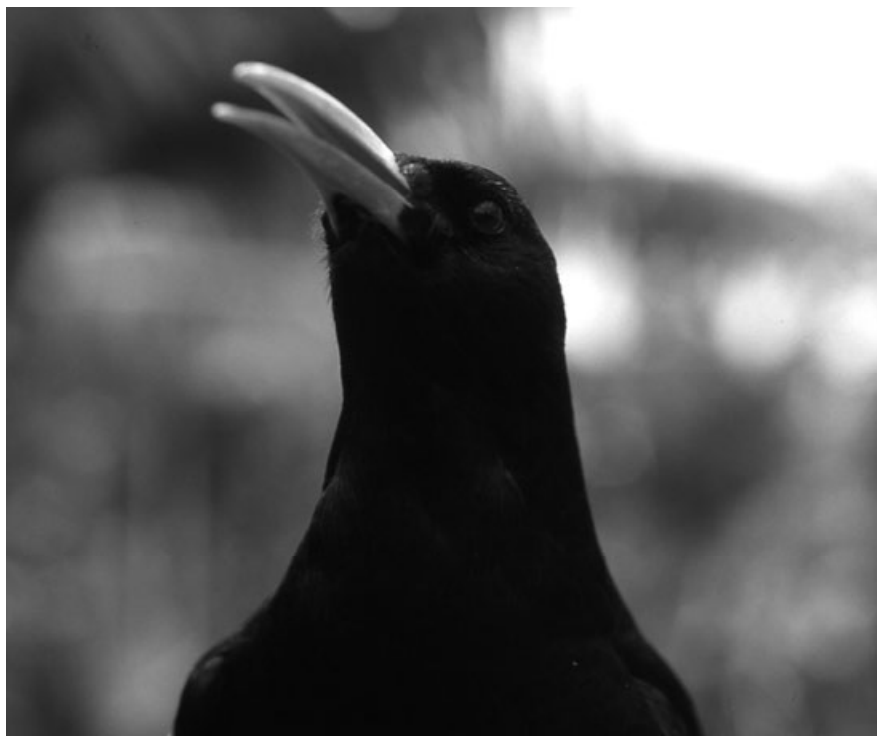


Fig. 5. Chova piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*).

Un interesante estudio sobre las aves de La Palma, analiza la abundancia y distribución de las especies terrestres diurnas en los distintos ecosistemas (Carrascal *et al.*, 2008). Los principales resultados de este trabajo resaltan que muchas de las aves están muy bien distribuidas en toda la isla, siendo las más abundantes el mosquitero canario, el mirlo común (*Turdus merula*), el canario (*Serinus canarius*) y el capirote (*Sylvia atricapilla*). Por el contrario, entre las especies más raras o menos frecuentes estarían la curruca tomillera (*Sylvia conspicillata*), el pardillo (*Carduelis cannabina*), el gavián común (*Accipiter nisus*), la choca perdiz (*Scolopax rusticola*), la codorniz común (*Coturnix coturnix*), el alcaraván común (*Burhinus oedicephalus*) (Fig. 6) o el gorrión moruno (*Passer hispaniolensis*) (Carrascal *et al.*, 2008). En cuanto a la distribución de las especies en los distintos hábitats, estos autores comentan que la menor diversidad se encuentra en el matorral de alta montaña, mientras que las medianías de la isla, con cultivos y casas dispersas, constituirían el hábitat con una mayor riqueza de especies. Por su parte, las zonas con mayor densidad de aves estarían en la laurisilva y el fayal-brezal y las de menor densidad en la alta montaña y las coladas volcánicas recientes (Carrascal *et al.*, 2008).



Fig. 6. Alcaraván común (*Burhinus oedicephalus distinctus*) una de las especies en declive en La Palma.

Tabla 1. Listado de las especies de aves nidificantes en la isla de La Palma. Modificado parcialmente de Lorenzo (2007)

Nombre común	Nombre científico	Directiva Aves	Catálogo Nacional	Catálogo Regional	Convenio Bonn	Convenio Berna	CITES	Libro Rojo
Petrel de Bulwer	<i>Bulweria bulwerii</i>	I	LESRPE	Anexo VI	-	II	-	EN
Pardela cenicienta	<i>Calonectris diomedea</i>	I	LESRPE	Anexo VI	-	II	-	VU
Pardela pichoneta	<i>Puffinus puffinus</i>	-	VU	VU	-	-	-	EN
Pardela chica	<i>Puffinus assimilis</i>	-	VU	PE	-	-	-	EN
Paíño de Madeira	<i>Oceanodroma castro</i>	I	VU	PE	-	II	-	EN
Gavián común	<i>Acipiter nisus</i>	I	LESRPE	Anexo VI	II	III	II	VU
Aguilla	<i>Buteo buteo</i>	-	LESRPE	Anexo VI	II	III	II	NT
Cernícalo vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>	-	LESRPE	Anexo VI	II	III	II	VU
Halcón de Berbería	<i>Falco p. peregrinoides</i>	-	EN	PE	II	III	I	EN
Perdiz moruna	<i>Alectoris barbara</i>	I, II, III	-	-	-	III	-	NE
Codorniz común	<i>Coturnix coturnix</i>	II	-	-	II	III	-	DD
Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>	II	-	IEC	-	II	-	NE
Focha común	<i>Fulica atra</i>	II, III	-	IEC	II	III	-	NE
Alcaraván común	<i>Burhinus oedicephalus</i>	-	VU	Anexo VI	-	III	-	EN
Chocha perdiz	<i>Scolopax rusticola</i>	II, III	-	IEC	II	III	-	NE
Gaviota patiamarilla	<i>Larus michahellis</i>	II	-	-	-	III	-	NE
Charrán rosado	<i>Sterna dougalli</i>	I	LESRPE	Anexo VI	II	III	-	NE
Charrán común	<i>Sterna hirsundo</i>	I	LESRPE	Anexo VI	II	III	-	NT
Paloma bravía	<i>Columba livia</i>	II	-	-	-	III	-	NE
Paloma turquí	<i>Columba bollii</i>	I	LESRPE	VU	-	III	-	NT
Paloma rabiche	<i>Columba junoniae</i>	I	VU	VU	-	III	-	EN
Tórtola rosigrís	<i>Streptopelia roseogrisea</i>	-	-	-	-	-	-	-
Tórtola turca	<i>Streptopelia decaocto</i>	II	-	-	-	III	-	-
Tórtola europea	<i>Streptopelia turtur</i>	II	-	-	-	III	-	VU
Cotorra de Kramer	<i>Psittacula krameri</i>	-	-	-	-	-	-	-
Cotorra argentina	<i>Myiopsitta monachus</i>	-	-	-	-	-	-	-
Búho chico	<i>Asio otus</i>	-	LESRPE	Anexo VI	-	III	II	DD
Vencejo unicolor	<i>Apus unicolor</i>	-	LESRPE	Anexo VI	-	III	-	NE
Vencejo pálido	<i>Apus pallidus</i>	-	LESRPE	Anexo VI	-	III	-	DD
Abubilla	<i>Upupa epops</i>	-	LESRPE	Anexo VI	-	III	-	NE
Bisbita caminero	<i>Anthus berthelotii</i>	-	LESRPE	Anexo VI	-	III	-	DD
Lavandera cascadenía	<i>Motacilla cinerea</i>	-	LESRPE	Anexo VI	-	III	-	DD

Tabla 1. Continuación.

Nombre común	Nombre científico	Directiva Aves	Catálogo Nacional	Catálogo Regional	Convenio Bonn	Convenio Berna	CITES	Libro Rojo
Petirrojo europeo	<i>Erithacus rubecula</i>	-	LESRPE	Anexo VI	II	III	-	NE
Mirlo común	<i>Turdus merula</i>	-	-	-	II	III	-	DD
Curruca tomillera	<i>Sylvia conspiciata</i>	-	LESRPE	Anexo VI	II	III	-	DD
Curruca cabecinegra	<i>Sylvia melanocephala</i>	-	LESRPE	Anexo VI	II	III	-	DD
Curruca capirotada	<i>Sylvia atricapilla</i>	-	LESRPE	Anexo VI	II	III	-	NE
Mosquitero canario	<i>Phylloscopus canariensis</i>	-	LESRPE	Anexo VI	II	III	-	DD
Reyezuelo sencillo	<i>Regulus regulus</i>	-	LESRPE	Anexo VI	II	III	-	DD
Herrerillo común	<i>Cyanistes caeruleus</i>	-	LESRPE	Anexo VI	-	-	-	EN
Chova piquirroja	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	I	LESRPE	Anexo VI	III	III	-	EN
Cuervo	<i>Corvus corax</i>	-	-	EN	-	III	-	EN
Miná común	<i>Acridotheres tristis</i>	-	-	-	-	-	-	-
Gorrion moruno	<i>Passer hispaniolensis</i>	-	-	-	-	III	-	NE
Gorrion chillón	<i>Petronia petronia</i>	-	-	Anexo VI	-	III	-	NE
Pinzón común	<i>Fringilla coelebs</i>	I	LESRPE	Anexo VI	-	III	-	EN
Canario	<i>Serinus canarius</i>	-	-	-	-	III	-	DD
Verderón común	<i>Carduelis chloris</i>	-	-	-	-	III	-	NE
Jilguero	<i>Carduelis carduelis</i>	-	-	-	-	III	-	NE
Pardillo común	<i>Carduelis cannabina</i>	-	-	-	-	-	-	DD
Triguero	<i>Emberiza calandra</i>	-	-	-	-	III	-	NE

Directiva Aves: Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres. Catálogo Nacional: Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Catálogo Regional: Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas. Convenio Bonn: Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (Instrumento de Ratificación de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres, hecho en Bonn el 23 de junio de 1979). Convenio Berna: Convención relativa a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural en Europa (Instrumento de ratificación del Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa, hecho en Berna el 19 de septiembre de 1979). CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres Firmada en Washington el 3 de marzo de 1973. Libro Rojo: Madroño, A., González, C. & Atienza, J. C. (Eds.) 2004. Libro Rojo de las Aves de España. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. Madrid. EN: En peligro de Extinción. I, II y III: Anexos I, II y III, respectivamente, de cada uno de las Directivas y Convenios. IEC: De interés para los ecosistemas canarios. LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. PE: Protección especial. VU: Vulnerable. NT: Casi amenazado. DD: Datos insuficientes. NE: No evaluada. En negrita: especies introducidas.

Es de destacar que tanto los datos obtenidos por este último estudio realizado como los relativos al atlas de las aves nidificantes de Canarias (Lorenzo, 2007) coinciden en señalar que las aves más amenazadas de la isla serían la abubilla (*Upupa epops*), el jilguero (*Carduelis carduelis*), el triguero (*Miliaria calandra*), el gorrión chillón (*Petronia petronia*), así como la codorniz común y la tórtola europea (*Streptopelia turtur*). Todas ellas están asociadas a zonas agrícolas y de medianías y su rarefacción se debe, probablemente, al abandono de la actividad agrícola tradicional y el uso abusivo de pesticidas.

De todas las aves presentes en la isla de La Palma, algunas están amenazadas e incluidas en los catálogos de especies protegidas, tanto a nivel regional como nacional (Tabla 1). Entre ellas destacan el halcón de Berbería (*Falco [peregrinus] pelegrinoides*), considerado como en peligro de extinción en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y el cuervo, con la misma consideración en el Catálogo Canario de Especies Protegidas. En la categoría de vulnerables en el Catálogo Nacional aparecen la pardela pichoneta (*Puffinus puffinus*), la pardela chica (*Puffinus assimilis*), el paño de Madeira (*Oceanodroma castro*), el alcaraván común, la paloma rabiche; mientras, la paloma turqué es considerada igualmente como vulnerable en el Catálogo Canario. Sin embargo, hasta la fecha, no se ha aprobado ningún plan de recuperación o conservación de estas especies a nivel regional.

El aumento de las poblaciones de halcón de Berbería (Fig. 7) en Canarias, y por extensión en La Palma, ha generado una problemática con la actividad colomófila. Una de las principales presas del halcón son las palomas bravías por lo que la suelta de palomas domésticas supone un aumento de la disponibilidad de presas lo que ha provocado una mayor interacción entre éstas y los halcones. Los colomófilos han achacado el aumento de estas rapaces a introducciones realizadas por las administraciones públicas; incluso se han aventurado a comentar que existirían miles de ejemplares en La Palma. A raíz de esta controversia, se llevó a cabo un estudio de la distribución, abundancia y dieta de los halcones de Berbería en La Palma, financiado por el Cabildo Insular de esta isla. En el que se ha demostrado que la población de halcones estaría formada por un mínimo de 27 parejas, bien distribuidas por todo el territorio (Rodríguez & Siverio, 2016). Asimismo, se ha constatado que su dieta está constituida en más del 90% por palomas. No obstante, el porcentaje de palomas domésticas depredadas no llega al 10% por lo que se estima que no afectaría a más del 7% del total de palomas domésticas federadas en La Palma (Rodríguez & Siverio, 2016). Por ello, se considera necesario que se desarrollen campañas divulgativas y de concienciación de la población para que se reflexione sobre el estado de conservación de esta especie amenazada y de cual es en realidad el efecto que provoca en esta actividad tradicional.



Fig. 7. Halcón de Berbería (*Falco [peregrinus] pelegrinoides*).

Otras aves rapaces, tanto diurnas como nocturnas, presentes en La Palma son el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), el búho chico (*Asio otus*) (Fig. 8), la aguililla (*Buteo buteo*) y el ya mencionado gavilán común.

Las aves marinas

Puesto que estas especies no fueron consideradas en el estudio antes citado de Carrascal *et al.* (2008), estas merecen un apartado específico ya que al menos una de ellas ha sido objeto de una campaña de divulgación y concienciación a nivel regional de alto calado que ha servido para que muchos ciudadanos tengan en consideración la importancia de la conservación no solo de este grupo de aves sino del conjunto de la avifauna canaria, la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*). Esta es sin duda el ave marina más abundante del archipiélago con unas 30000 parejas nidificantes (Martín & Lorenzo, 2001), de las cuales unas 3000 estarían en La Palma (Lorenzo, 2007). Otros procelariiformes, orden de aves marinas al que pertenecen las pardelas, presentes en La Palma son la pardela

pichoneta, la pardela chica, el petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*) y el paño de Madeira. Estas especies son mucho más escasas que la pardela cenicienta con aproximadamente 200, 50 y 100 parejas nidificantes, respectivamente; respecto al paño de Madeira, a penas se tienen sospechas de su nidificación en los roques del norte de La Palma (Martín & Lorenzo, 2001). La pardela pichoneta posee prácticamente la totalidad de la población canaria en esta isla y se caracteriza porque, a pesar de ser un ave marina, a diferencia de sus congéneres nidifica en los acantilados y laderas del interior del bosque de laurisilva.



Fig. 8. Búho chico (*Asio otus*).

Las otras dos especies de aves marinas nidificantes son la gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*) y el charrán común (*Sterna hirundo*). La gaviota patiamarilla ha sufrido un aumento considerable de su poblaciones en La Palma en los últimos 20 años, de hasta un 200%, debido probablemente a su carácter oportunista y generalista que le ha permitido aprovechar un recurso alimentario muy abundante y de fácil acceso como

son las basuras y restos dejados por los humanos (Ramos, 2003). Este aumento de sus poblaciones ha podido ser una de las causas del detrimento de las poblaciones de charrán común y de charrán rosado (*Sterna dougallii*) en las islas como consecuencia de la depredación y la competencia por los recursos alimentarios. Además, la depredación por mamíferos introducidos como ratas y gatos y las molestias en las zonas de cría también suponen una grave amenaza para su conservación (Lorenzo, 2007). En la actualidad sus poblaciones estarían conformadas por no más de 30 parejas en el caso del charrán común, mientras que en el caso del charrán rosado lo haría de forma esporádica no habiéndose constatado su reproducción en la isla en los últimos años (Martín & Lorenzo, 2001).

Algunas aves marinas visitan La Palma como migrantes y su presencia ha sido constatada en varias ocasiones como pueden ser los casos de la pardela capirotada (*Puffinus gravis*) (Fig. 9), la pardela sombría (*Puffinus griseus*), el paño pechialbo (*Pelagodroma marina*), el paño de Leach (*Oceanodroma leucorhoa*), el paño común (*Hydrobates pelagicus*), la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) o la gaviota tridáctila (*Rissa tridactyla*) (ver Medina, 2014).



Fig. 9. Ejemplar de pardela capirotada (*Puffinus gravis*), una de las especies migratorias llegadas a La Palma y atendidas en el Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre dependiente del Cabildo Insular de La Palma.

Aves migratorias

Además de las aves marinas señaladas anteriormente, son numerosas las especies de aves que llegan a la isla durante sus viajes, como consecuencia de derivas en sus rutas migratorias habituales principalmente debido a cambios bruscos en las condiciones ambientales y meteorológicas (Martín & Lorenzo, 2001). Muchas de ellas constituyen citas nuevas para el archipiélago canario y existen verdaderos expertos en su estudio y conocimiento. En La Palma destaca la labor realizada por el ornitólogo Robert Burton que, a través de su blog “La Palma Birds” (<http://lapalmabirds.blogspot.com.es/>) aporta numerosos e interesantes avistamientos de este tipo de especies. También el Comité de Rarezas de la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife) se ha especializado en la recogida de datos de especies poco habituales en el territorio nacional (<https://www.seo.org/conocenos/grupos-de-trabajo/comite-de-rarezas/>).

Entre las especies de aves migratorias cuya presencia se ha detectado en La Palma, además de las que se pueden consultar en las direcciones antes mencionadas, podrían citarse como más habituales la garza real (*Ardea cinerea*), la garceta común (*Egretta garzetta*), la garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*), el avetorillo común (*Ixobrychus minutus*), la espátula (*Platalea leucorodia*), el flamenco (*Phoenicopterus ruber*), el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*), el chorlito carambolo (*Eudromias morinellus*), el correlimos gordo (*Calidris canutus*), el correlimos tridáctilo (*C. alba*), el archibebe claro (*Tringa nebularia*), la aguja colinegra (*Limosa limosa*), el zarapito trinador (*Numenius phaeopus*), la lechuza campestre (*Asio flammeus*), el autillo (*Otus scops*), la golondrina común (*Hirundo rustica*) o el zorzal común (*Turdus philomelos*) (Medina, 2014).

Control de las poblaciones asilvestradas de cotorra de Kramer

El miná común (*Acridoteres tristis*), la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) y la cotorra de Kramer (*Psittacula krameri*) son tres especies exóticas invasoras que han llegado a criar en la isla de La Palma. Afortunadamente, tanto el miná común como la cotorra argentina no han conseguido establecer poblaciones naturalizadas en la isla a pesar de haberse constatado su reproducción en el pasado (Lorenzo, 2007). Sin embargo, la cotorra de Kramer sí, provocando graves daños en la agricultura y afectando a las poblaciones de otras aves como, probablemente, a los gorriónes morunos al utilizar los mismos nichos ecológicos que estos, como el uso de las palmeras canarias para el descanso y la nidificación.

Los primeros ejemplares asilvestrados, escapados de cautividad, se observaron en la zona de Las Breñas a partir del año 1997. Ante la posibilidad de su expansión en la isla, los conservacionistas dieron la voz de alarma haciéndose caso omiso a sus avisos. No es hasta 2015, debido a los problemas causados en la agricultura, cuando se toma la decisión de llevar a cabo su control. En un censo inicial se estima la población en un máximo de 70 ejemplares distribuidos en dos localidades, la principal en Las Breñas, compuesta por unas 60 aves y una secundaria de unos 10 individuos en la zona de La Laguna en Los Llanos de Aridane. En una primera campaña llevada a cabo en 2016 se capturaron, mediante trampas de captura en vivo, un total de 116 ejemplares, más de los censados debido a que pudieron reproducirse durante el periodo que duró la actividad (Fig. 10). Posteriormente, en 2018, se han capturado otras 33 cotorras. En la actualidad se han dado por controladas sus poblaciones en el medio natural, al no haberse constatado su presencia desde el mes de abril de ese mismo año. No obstante, se han detectado aves mantenidas en cautividad como mascotas por lo que se deberán extremar las precauciones y realizar nuevos seguimientos con el fin de detectar nuevos escapes.



Fig. 10. Captura de un ejemplar de cotorra de Kramer (*Psittacula krameri*) en la isla de La Palma durante la campaña de control de esta especie exótica invasora desarrollada por el Cabildo Insular de La Palma.

Mamíferos

De los 21 mamíferos citados para Canarias, solo los murciélagos (a excepción del murciélago egipcio de la fruta *Rousettus aegyptiacus*) y la musaraña canaria (*Crocidura canariensis*) son especies nativas del archipiélago (Arechavaleta *et al.*, 2010). De éstas, en La Palma solo están presentes cinco especies de murciélagos (Trujillo, 1991): el murciélago de Madeira (*Pipistrellus maderensis*), el murciélago montañero (*Hypsugo savii*), el nóctulo pequeño (*Nyctalus leisleri*), el orejudo canario (*Plecotus teneriffae*) y el murciélago rabudo (*Tadarida teniotis*). Los murciélagos ocupan distintos hábitats en las islas, siendo el más común y mejor distribuido el murciélago de Madeira y el más raro el nóctulo pequeño. Sin embargo, es el orejudo canario el que se encuentra en un peor estado de conservación considerándose sus poblaciones como vulnerables en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Trujillo (1991) establece como principales problemas de conservación de estos mamíferos nativos, el uso abusivo de biocidas, la pérdida de refugios (árboles, edificaciones, etc.), la pérdida de masas forestales (la destrucción del hábitat), la depredación por otros mamíferos introducidos como la ratas (*Rattus* spp.) y las molestias de las colonias y refugios.

Es a partir de esta problemática cuando el Gobierno de Canarias inicia un programa de conservación de refugios de murciélagos y de la fauna cavernícola (Rodríguez Luengo, 1991). En este programa se contempla, sobre todo, el cierre de ciertas cuevas en La Palma con el fin de minimizar las molestias en sus colonias de cría y refugio, incluyendo la Cueva de los Milagros, la Cueva de los Murciélagos y la Cueva del Diablo. Posteriormente, entre los años 1994 y 2001, se llevaron a cabo diversos seguimientos de estos refugios, así como de los artificiales instalados para aumentar su disponibilidad en el medio, además de desarrollar estudios de su distribución y evaluación de sus hábitats (Benzal & Fajardo, 1994; Fajardo González, 1997, 1998, 2001). A raíz de las recomendaciones realizadas en estos trabajos para salvaguardar las poblaciones de estas especies se desarrollaron algunas actuaciones prioritarias como la protección de las cuevas mediante rejas, el cierre de pistas mediante barreras y la instalación de señales informativas en cuevas con verjas. Asimismo, se llevaron a cabo protocolos de vigilancia, realización de cursos formativos y la edición y distribución de material divulgativo. En los últimos años, que se tenga constancia, solo se han realizado seguimientos puntuales de las poblaciones de algunas especies, sobre todo del orejudo canario al ser la única estrictamente amenazada.

El resto de mamíferos conocidos para La Palma son especies introducidas, voluntaria o accidentalmente, por los humanos. De aquellas presentes, caben mencionar las que en algún momento han presentado

poblaciones naturalizadas o ejemplares asilvestrados en el medio natural, como son: el arruí (*Ammotragus lervia*), el muflón (*Ovis orientalis*), la cabra (*Capra hircus*), el perro (*Canis familiaris*), el gato (*Felis silvestris catus*), el hurón (*Mustela putorius furo*), el erizo moruno (*Atelerix algirus*), la rata negra (*Rattus rattus*), la rata parda (*R. norvegicus*), el ratón (*Mus musculus domesticus*), la ardilla moruna (*Atelerix algirus*) y el conejo (*Oryctolagus cuniculus*).

El arruí en la isla de La Palma

Se trata de un herbívoro oportunista y generalista introducido en los años 70 del siglo pasado, con fines exclusivamente cinegéticos, que se ha adaptado perfectamente al medio ocasionando un impacto considerable sobre de la flora y vegetación de La Palma. Principalmente, ha afectado a especies endémicas y amenazadas de la alta montaña y el pinar como pueden ser *Bencomia exstipulata*, *Helianthemum cirae*, *Echium gentianoides*, *Cheirolophus arboreus*, *Lactuca palmensis*, *Descurainia gilva*, *Sideritis bolleana*, *Genista benahoavensis*, *Viola palmensis*, *Silene itálica*, o *Crambe microcarpa*, y cuya presión se ha visto amplificada por la acción de los conejos (Garzón-Machado *et al.*, 2010; Irl *et al.*, 2012, 2014). Además, se ha constatado, en estudios realizados sobre la dieta de estos grandes herbívoros, el consumo sobre *Teline stenopetala*, *Adenocarpus viscosus*, *Chamaecytisus proliferus*, *Pterocephalus porphyranthus*, *Micromeria lasiophylla* y *Argyranthemum adauctum* (Rodríguez Piñero & Rodríguez Luengo, 1992). Aparte de los problemas causados sobre la vegetación, el arruí está provocando una grave alteración de los suelos debido a su comportamiento gregario y a la formación de echaderos comunales que aumentan considerablemente los procesos erosivos como ha sido comprobado en zonas de alto riesgo como el Barranco del Agua y la Caldera de Taburiente.

Además de los criterios biológicos, ecológicos y evolutivos que se han de tener en cuenta a la hora de eliminar esta amenaza para los valores naturales de la isla, hay que contemplar lo establecido en la normativa legal vigente en esta materia, como es la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad o el Catálogo de Especies Exóticas Invasoras que, entre otras cosas, establece que las administraciones competentes adoptarán, en su caso, las medidas de gestión, control y posible erradicación de las especies incluidas en el catálogo, como es el caso de arruí. Sin embargo, a fecha de hoy no se ha tomado ninguna decisión firme de eliminación de esta especie exótica invasora, ni se realizan actuaciones de gestión que permitan conocer el número de ejemplares, su distribución y su evolución a lo largo del año con lo que sus impactos continúan poniendo en serio riesgo la conservación

de numerosas especies amenazadas y la seguridad de los visitantes de ciertas áreas de elevado interés turístico.

No contentos con tener como elemento cinegético de caza mayor al arruí, en la isla se han introducido de forma ilegal muflones (*Ovis orientalis*), y sus híbridos, desde la isla de Tenerife. Así, en el año 2004 fueron detectados en algunas explotaciones ganaderas de la isla algunos ejemplares de esta especie y posteriormente, en 2008, se descubren otros 12 individuos en otra localidad. Al ser una especie directamente emparentada con la oveja doméstica (*Ovis aries*), los juveniles de muflón, cuando se introducen con rebaños domésticos, son muy difíciles de identificar y se pueden transportar e introducir en las islas sin que existan controles efectivos. Entre 2009 y 2010 es cuando se observan en el medio natural, concretamente en la Reserva Natural Integral del Pinar de Garafía y en el Parque Nacional de La Caldera de Taburiente, hasta 15 individuos de esta especie (Acevedo-Rodríguez & Medina, 2010), los cuales fueron posteriormente abatidos por la Administración Pública competente en materia de conservación de la naturaleza.

Los gatos asilvestrados

Los gatos domésticos (*Felis silvestris catus*) (Fig. 11) fueron introducidos en Canarias a partir de la conquista europea del archipiélago, aunque existen algunas referencias en las que se cita la aparición de restos de estos felinos asociados a restos aborígenes en yacimientos arqueológicos en la isla de La Palma (Pais-Pais, 1996).

Independientemente del momento en el que aparecieron, los gatos domésticos han establecido poblaciones asilvestradas en todas las islas ocupando todos los hábitats disponibles (Nogales y Medina, 2009). Debido a su comportamiento oportunista y generalista así como a su gran valencia ecológica, se ha convertido en uno de los depredadores más perniciosos y mejor estudiados a nivel mundial en islas. Su dieta se basa principalmente en otros mamíferos introducidos como conejos, ratas y ratones, aunque también depredan frecuentemente sobre especies nativas de aves, reptiles e invertebrados causando graves problemas de conservación en sus poblaciones (Bonnaud *et al.*, 2011). Tanto es así, que los gatos asilvestrados en islas han contribuido a la extinción del 14% del total de especies de mamíferos, aves y reptiles que han sido documentadas, causando una grave amenaza sobre 8% de las especies de estos grupos consideradas como en peligro crítico por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Medina *et al.*, 2011).

En Canarias, la dieta de los gatos asilvestrados ha sido estudiada en profundidad en los principales ecosistemas de las islas dando como resultado patrones muy similares a los encontrados a nivel global, siendo

otros mamíferos introducidos (conejos, ratas y ratones) su principal presa, tanto a nivel de frecuencia de aparición en sus excretas como en porcentaje de biomasa consumida (Nogales & Medina, 2009). No obstante, también incluye especies nativas de aves, reptiles e invertebrados, algunos de ellos amenazados como pueden ser los lagartos gigantes de Canarias (*Gallotia intermedia*, *G. bravoana* y *G. simonyi*), el pinzul (*Fringilla teydea polatzeki*), o la tarabilla canaria (*Saxicola dacotiae*) (Medina & Nogales, 2009).



Fig. 11. Gato doméstico (*Felis silvestris catus*).

Finalmente, en La Palma, los gatos asilvestrados están distribuidos prácticamente en toda la isla ocupando todos los hábitats, desde el matorral costero hasta el de la alta montaña, pasando por las medianías y los bosques de laurisilva y pinar (Medina & Nogales, 2007). En estos hábitats, su dieta es variable, dependiendo de la disponibilidad de alimento, siendo los conejos su principal presa en todos ellos aunque con ligeras variaciones en la frecuencia con la que aparecen en la dieta (Medina *et al.*, 2006; Medina

& García, 2007). En los estudios llevados a cabo, que arrojaron unos resultados muy similares a los generales encontrados en Canarias, ninguna de las especies que aparecen en la dieta está amenazada en la actualidad. No obstante, teniendo en cuenta las características de depredador oportunista y generalista, antes mencionadas, hace que se deban extremar las precauciones ante su presencia en el medio natural insular, así como realizar los seguimientos necesarios de las poblaciones de las especies amenazadas que pueden verse afectadas por estos felinos introducidos y tomar las medidas oportunas, en su caso, para su control y/o erradicación (Nogales *et al.*, 2013).

La ardilla moruna en La Palma

A partir de la suelta de una pareja de ardilla moruna (*Atlantoxerus getulus*) mantenida como mascotas en Fuerteventura en 1965 (Machado, 1979) y la posterior invasión de toda la isla, han ido apareciendo ejemplares aislados en otras islas del archipiélago como Lanzarote, Gran Canaria o Tenerife donde, afortunadamente, no se han naturalizado (López-Darias, 2006).

Sus costumbres afectan negativamente tanto a la biota como a los ecosistemas nativos ya que provocan cambios en la estructura de la vegetación y alteran los sistemas mutualistas de dispersión de semillas de especies vegetales con frutos carnosos (Nogales *et al.*, 2005) así como por su depredación sobre especies nativas de aves, caracoles (López-Darias, 2007) y plantas (Bañares *et al.*, 2003). Por estas razones ha sido considerada como una especie exótica invasora en Canarias. A pesar de ello, no se han establecido medidas de control para evitar su introducción en otras islas, y las personas pueden, ilegalmente, capturar animales y llevarlos consigo como mascota a otras islas sin que exista un control adecuado en los puertos y aeropuertos insulares.

Como resultado de esta falta de control, en La Palma apareció un ejemplar de ardilla moruna en la localidad de Lomada Grande (Garafía) en marzo de 2014, siendo ésta la primera observación de esta especie en la isla (Fig. 12). El ejemplar era alimentado por pescadores locales, por lo que antes de tomar la decisión de eliminarla del medio natural, se informó convenientemente del peligro que su presencia suponía para la isla, así como la obligatoriedad de erradicarlo por parte de la Administración competente siguiendo lo establecido en la normativa legal vigente en materia de conservación de la naturaleza. Durante el tiempo que la zona fue utilizada por los vecinos se realizó un seguimiento de los movimientos de la ardilla para establecer una estrategia adecuada para su captura. Una vez pasada la época estival y que las personas abandonaron el lugar, en octubre de ese mismo año se colocaron un total de cinco trampas de captura en vivo

y después de 25 horas de trampeo efectivo, el ejemplar, una hembra, fue capturada. De esta manera se evitó una naturalización de esta especie en la isla donde existe un hábitat adecuado para el desarrollo de todo su ciclo biológico (López-Darias *et al.*, 2008), un gran riesgo para la conservación de la biodiversidad en este archipiélago (Nogales *et al.*, 2006).



Fig. 12. Ejemplar de ardilla moruna (*Atlantoxerus getulus*) en la localidad de Lomada Grande (Garafía) en la isla de La Palma.

Otros mamíferos introducidos

Los hurones (*Mustela putorius furo*) son depredadores que se poseen como animales de compañía sobre todo para la actividad cinegética en la caza del conejo. Muchos de ellos, cuando no son buenos cazadores o ya no son útiles son abandonados; en algunos casos también se pueden perder durante el desarrollo de una cacería. De esta manera es como llegan al

medio natural de las islas, llegando incluso a reproducirse. A raíz de los problemas causados en granjas avícolas del norte de la isla de La Palma, se llevaron a cabo controles de los ejemplares asilvestrados para minimizar sus secuelas. Posteriormente, se realizó un estudio del número de avistamientos y su distribución en la isla para lo cual se recopilaban todos los datos conocidos sobre la presencia de hurones, entre los años 1997 y 2008, dando como resultado un total de 45 ejemplares en, al menos, 28 localidades principalmente en la vertiente norte de la isla (Medina & Martín, 2010). La mayor parte de las observaciones tuvieron lugar en bosques y áreas rurales donde los conejos, su principal presa, son muy abundantes y donde, además encuentran zonas de refugio. A pesar de tener un hábitat adecuado no parece sobrevivir en el medio natural por mucho tiempo debido a accidentes en carreteras y porque son recapturados en granjas donde causan problemas (Umbach, 1997). No obstante, si se tiene en cuenta que los hurones son unos depredadores oportunistas y generalistas y que tienen el potencial de establecer poblaciones asilvestradas, como parece que está ocurriendo en La Gomera, es necesario llevar a cabo controles de los animales escapados y reforzar la normativa con el fin de que se cumplan los condicionantes en ella establecida de utilizar zálamo para evitar daños a la fauna silvestre (Medina & Martín, 2010).

Otro grupo alóctono observado en libertad en la isla de La Palma es el de los erizos morunos (*Atelerix algirus*). En marzo de 2016 se encontraron dos ejemplares en dos municipios distintos de la isla, uno en El Paso y otro en Garafía (Medina, 2016). El primero de ellos apareció vivo en las calles de esta localidad mientras que el segundo se encontró muerto en la carretera como consecuencia de un atropello. En ambos casos parece tratarse de mascotas escapadas de cautividad lo que pone de manifiesto, de nuevo, la falta de control existente que permite el comercio y el movimiento de especies exóticas entre las islas del archipiélago con los problemas de conservación que ello lleva aparejado para las especies nativas (Medina, 2016).

Conclusiones

La isla de La Palma posee una interesante e importante biodiversidad con un elevado número de especies endémicas. La mayoría de vertebrados se encuentran en un estado de conservación favorable, aunque existen algunas especies amenazadas como el halcón de Berbería, en peligro de extinción, o la paloma rabiche, la pardela pichoneta, la pardela chica, el paño de Madeira y el orejudo canario, como vulnerables. Además, otras aves asociadas a hábitats agrícolas y medianías como el gorrión chillón, el triguero, la codorniz común, el alcaraván común, la tórtola europea, o la abubilla han sufrido una considerable merma en sus poblaciones durante los

últimos años. Recuperar sus hábitats, conocer en profundidad sus poblaciones y reducir los factores de amenaza se consideran que serían las medidas adecuadas para conservarlas.

La introducción de especies exóticas invasoras es la principal amenaza para la conservación de la biodiversidad en islas y es, asimismo, el principal problema en La Palma. La presencia de herbívoros y depredadores alóctonos como los arruís, los conejos, las ratas o los gatos, supone un grave riesgo para las especies de flora y fauna endémicas y amenazadas de una isla considerada como Reserva Mundial de la Biosfera, por lo que su control y/o erradicación en estos frágiles ecosistemas debe ser una prioridad en las políticas de conservación de las administraciones públicas.

Agradecimientos

A la Fundación Telesforo Bravo – Juan Coello y al Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias por su invitación a participar en la “XIII Semana Científica Telesforo Bravo” y la publicación de este artículo en sus Actas. Rafael García Becerra corrigió y aportó interesantes comentarios a las primeras versiones de este trabajo.

Bibliografía

- ACEVEDO-RODRÍGUEZ, A. & F.M. MEDINA (2010). Sobre la presencia del muflón (*Ovis orientalis* Gmelin, 1774) en la isla de La Palma (Archipiélago Canario). *Galemys* 22: 58-62.
- ARECHA VALETA, M., S. RODRÍGUEZ, N. ZURITA & A. GARCÍA (Coord.) (2010). *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres. 2009*. Gobierno de Canarias. 579 pp.
- BACALLADO ARÁNEGA, J.J. (DIR.) (1984). *Fauna marina y terrestre del archipiélago canario*. Edirca, S.L. Las Palmas de Gran Canaria. 356 pp.
- BACALLADO, J.J., G. ORTEGA, G. DELGADO & L. MORO. (2006). *La fauna de Canarias*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias – Centro de la Cultura Popular Canaria. 138 pp.
- BAÑARES, A., G. BLANCA, J. GÜEMES, J.C. MORENO & S. ORTIZ (EDS.) (2003). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid. 1069 pp.
- BENZAL, J. & S. FAJARDO (1994). *Programa para la protección y conservación de los murciélagos (Informe de la campaña de 1994)*. Informe no publicado. Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias.
- BONNAUD, E., F.M. MEDINA, E. VIDAL, M. NOGALES, B.R. TERSHY, E.S. ZAVALA, J.C. DONLAN, B.S. KEITT, M. LE CORRE & S.V. HORWATH (2011). The diet of feral cats on islands: a review and a call for more studies. *Biological Invasions* 13: 581-603.

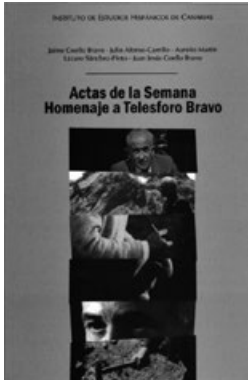
- BRITO, A., P.J. PASCUAL, J.M. FALCÓN, A. SANCHO & G. GONZÁLEZ (2002). *Peces de las islas Canarias: Catálogo comentado e ilustrado*. Francisco Lemus Editor. Arafo. 419 pp.
- CARRASCAL, L.M., D. PALOMINO & V. POLO (2008). Patrones de distribución, abundancia y riqueza de especies de la avifauna terrestre de la isla de La Palma (Islas Canarias). *Graellsia* 64: 209-232.
- EGEA-SERRANO, A (2014). Rana común – *Pelophylax perezi*. In: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. (Salvador, A. & I. Martínez-Solano, Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>.
- FAJARDO GONZÁLEZ, S. (1997). *Programa para la Protección y Conservación de los Murciélagos. Memoria de actividades 1996*. Informe no publicado. Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias.
- FAJARDO GONZÁLEZ, S. (1998). *Programa para la Protección y Conservación de los Murciélagos. Informe sobre los muestreos realizados en La Palma 23 al 26 de junio de 1998*. Informe no publicado. Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias.
- FAJARDO GONZÁLEZ, S. (2001). *Conservación de Quirópteros e Invertebrados en Cavidades Volcánicas (1999-2001). Proyecto N° B4-3200/98/449. Memoria técnica final de actividades*. Informe no publicado. Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias.
- GARZÓN-MACHADO, V., J.M. GONZÁLEZ-MANCEBO, A. PALOMARES-MARTÍNEZ, A. ACEVEDO-RODRÍGUEZ, J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, M. DEL-ARCO-AGUIAR & P.L. PÉREZ-DE-PAZ (2010). Strong negative effect of alien herbivores on endemic legumes of the Canary pine forest. *Biological Conservation* 143: 2685-2694.
- HERNÁNDEZ, E., M. NOGALES & A. MARTÍN (2000). Discovery of a new lizard in the Canary Islands, with a multivariate analysis of *Gallotia* (Reptilia: Lacertidae). *Herpetologica* 56: 63-76.
- IRL, S.D.H., M.J. STEINBAUER, W. BABEL, C. BEIERKUHNLEIN, G. BLUME-WERRY, J. MESSINGER, A. PALOMARES-MARTÍNEZ, S. STROHMEIER & A. JENTSCH (2012). An 11-yr enclosure experiment in a high-elevation island ecosystem: introduced herbivore impact on shrub species richness, seedling recruitment and population dynamics. *Journal of Vegetation Science* 23: 1114-1125.
- IRL, S.D.H., M.J. STEINBAUER, J. MESSINGER, G. BLUME-WERRY, A. PALOMARES-MARTÍNEZ, C. BEIERKUHNLEIN & A. JENTSCH (2014). Burned and devoured – Introduced herbivores, fire, and the endemic flora of the high-elevation ecosystem on La Palma, Canary Islands. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 46: 1-11.
- LÓPEZ-DARIAS, M. (2006). La ardilla moruna (*Atlantoxerus getulus*) en Fuerteventura: historia de un roedor introducido. *El Indiferente* 18: 40-48.
- LÓPEZ-DARIAS, M. (2007). *Ecología de una invasión: el caso de la ardilla moruna (Atlantoxerus getulus) en la isla de Fuerteventura*. Tesis no publicada, Estación Biológica de Doñana y Universidad de La Laguna.

- LÓPEZ-DARIAS, M., J.M. LOBO & P. GOUAT (2008). Predicting potencial distributions of invasive species: the exotic Barbary ground squirrel in the Canarian archipelago and the west Mediterranean region. *Biological Invasions* 10: 1027-1040.
- LORENZO, J.A. (Ed.) (2007). *Atlas de las aves nidificantes en el archipiélago canario (1997-2003)*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza - Sociedad Española de Ornitología. Madrid. 520 pp.
- LORENZO PERERA, M.J., A.M. JIMÉNEZ MEDINA & J.M. ZAMORA MALDONADO (1999). *La anguila: Estudio etnográfico, pesca y aprovechamiento en las Islas Canarias*. Centro de la Cultura Popular Canaria, Ayuntamiento de Arucas y Cabildo de Tenerife. La Laguna. 226 pp.
- LLORENTE, G.A., A. MONTORI, M.A. CARRETERO & X. SANTOS (2004). *Rana perezi* Seoane, 1885. Rana común. In: Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España (Pleguezuelos, J.M., R. Márquez & M. Lizana, Eds.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española, Madrid: 126-128.
- MACHADO, A. (1979). The introduction of the Getulian squirrel (*Atlantoxerus getulus* L., 1758) in Fuerteventura, Canary Islands. *Egyptian Journal of Wildlife and Natural Resources* 2: 182-203.
- MARTÍN, A. (2009). The Loch Ness monster and La Palma giant lizard *Gallotia auaritae*: are they really extant? *Oryx* 43: 17.
- MARTÍN, A. & J.A. LORENZO (2001). *Aves del archipiélago canario*. Francisco Lemus Editor. La Laguna. 787 pp.
- MARTÍN, J.L., M.C. MARRERO, N. ZURITA, M. ARECHAULETA & I. ZAMORA (2005). *Biodiversidad en gráficas. Especies Silvestres de las Islas Canarias*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. 56 pp.
- MATEO, J.A. (2009). Lagarto gigante de La Palma – *Gallotia auaritae*. In: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. (Carrascal, L.M. & A. Salvador, Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>.
- MATEO, J.A., M. GARCÍA MÁRQUEZ, L.F. LÓPEZ JURADO & F. BARAHONA (2001). Descripción del lagarto gigante de La Palma (Islas Canarias) a partir de restos subfósiles. *Revista Española de Herpetología* 15: 53-59.
- MEDINA, F.M. (2010a). *Chalcides viridanus*. *Herpetological Review* 41: 106.
- MEDINA, F.M. (2010b). *Chalcides sexlineatus bistriatus*. *Herpetological Review* 41: 106.
- MEDINA, F.M. (2014). Rehabilitación de fauna silvestre en la isla de La Palma durante el periodo 2002-2009. *Revista de Estudios Generales de la Isla La Palma* 6: 85-98.
- MEDINA, F.M. (2016). First record of Algerian hedgehog *Atelerix algirus* (Lereboullet, 1842) in La Palma Biosphere Reserve. *Galemys* 28: 61-62.
- MEDINA, F.M. & M. NOGALES (2007). Habitat use of feral cats in the main environments of an Atlantic Island (La Palma, Canary Islands). *Folia Zoologica* 56: 277-283.

- MEDINA, F.M. & R. GARCÍA (2007). Predation of insects by feral cats (*Felis silvestris catus* L., 1758) on an oceanic island (La Palma, Canary Islands). *Journal of Insect Conservation* 11: 203-207.
- MEDINA, F.M. & M. NOGALES (2009). A review on the impacts of feral cats (*Felis silvestris catus*) in the Canary Islands: implications for the conservation of its endangered fauna. *Biodiversity and Conservation* 18: 829-846.
- MEDINA, F.M. & A. MARTÍN (2010). A new invasive species in the Canary Islands: a naturalized population of ferrets *Mustela furo* in La Palma Biosphere Reserve. *Oryx* 44: 41-44.
- MEDINA, F.M., R. GARCÍA & M. NOGALES (2006). Feeding ecology of feral cats on a subtropical heterogeneous oceanic island (La Palma, Canarian Archipelago). *Acta Theriologica* 51: 75-83.
- MEDINA, F.M., E. BONNAUD, E. VIDAL, B.R. TERSHY, E.S. ZAVALETA, C.J. DONLAN, B.S. KEITT, M. LE CORRE, S.V. HORWATH & M. NOGALES (2011). A global review of the impacts of invasive cats on island endangered vertebrates. *Global Change Biology* 17: 3503-3510.
- MÍNGUEZ, L.E., J. PETHER, O.M. AFONSO & J.A. MATEO (2007). Evidencias de la supervivencia del lagarto gigante de La Palma (*Gallotia auaritae*). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 18: 11-13.
- NOGALES, M. & F.M. MEDINA (2009). Trophic ecology of feral cats (*Felis silvestris* f. *catus*) in the main environments of an oceanic archipelago (Canary Islands): An update approach. *Mammalian Biology* 74: 169-181.
- NOGALES, M., J.L. RODRÍGUEZ-LUENGO & P. MARRERO (2006). Ecological effects and distribution of invasive non-native mammals on the Canary Islands. *Mammal Review* 36: 49-65.
- NOGALES, M., J.C. RANDO, A. VALIDO & A. MARTÍN (2001). Discovery of a living giant lizard, Genus *Gallotia* (Reptilia: Lacertidae), from La Gomera, Canary Islands. *Herpetologica* 57: 169-179.
- NOGALES, M., C. NIEVES, J.C. ILLERA, D.P. PADILLA & A. TRAVESET (2005). Effect of native and alien vertebrate frugivores on seed viability and germination patterns of *Rubia fruticosa* (Rubiaceae) in the eastern Canary Islands. *Functional Ecology* 19: 429-436.
- NOGALES, M., E. VIDAL, F.M. MEDINA, E. BONNAUD, B.R. TERSHY, K.J. CAMPBELL & E.S. ZAVALETA (2013). Feral cats and biodiversity conservation: the urgent prioritization of island management. *Bioscience* 63: 804-810.
- PAIS-PAIS, F.J. (1996). *La economía de producción en la prehistoria de la isla de La Palma: la ganadería*. Estudios Prehispánicos 3. Dirección General de Patrimonio Histórico, Gobierno de Canarias, Santa Cruz de Tenerife. 537 pp.
- PÉREZ PADRÓN, F. (2013). *Las aves de Canarias*. Publicaciones Turquesa, S.L., Santa Cruz de Tenerife. 319 pp.
- RAMOS, J.J. (2003). Censo, distribución y evolución de la población de gaviota patiamarilla (*Larus cachinnans*) en La Palma, islas Canarias (Aves, Laridae). *Vieraea* 31: 191-196.

- RODRÍGUEZ, B. & F. SIVERIO (2016). *Distribución, censo y dieta del halcón de Berbería en la isla de La Palma*. Cabildo Insular de La Palma. Informe inédito. 30 pp.
- RODRÍGUEZ LUENGO, J.L. (1991). *Programa de conservación de los refugios de murciélagos y de la fauna cavernícola*. Informe no publicado. Dirección General del Medio Ambiente y Conservación de la Naturaleza. Gobierno de Canarias.
- RODRÍGUEZ PIÑERO, J.C. & J.L. RODRÍGUEZ LUENGO (1992). Autumn food habits of the Barbary sheep (*Ammotragus lervia* Pallas, 1772) on La Palma Island (Canary Islands). *Mammalia* 56: 385-392.
- SALVADOR, A. (2009). Lagarto tizón – *Gallotia galloti*. In: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. (Salvador, A. & A. Marco, Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>.
- SALVADOR, A. (2015). Perenquén de Delalande – *Tarentola delalandii*. In: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. (Salvador, A. & A. Marco, Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>.
- TEJEDO, M. & R. REQUES (2004). *Hyla meridionalis* (Boettger, 1874). Ranita meridional. In: Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España (Pleguezuelos, J.M., R. Márquez & M. Lizana, Eds.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española, Madrid: 117-119.
- TRUJILLO, D. (1991). *Murciélagos de las islas Canarias*. Colección Técnica del ICONA. Madrid, 167 pp.
- UMBACH, K.W. (1997). *Ferrets: A Selective Overview of Issues and Options*. CRB Note Vol. 4 No. 3, 30 May 1997. California Research Bureau, California State Library, Sacramento, USA.
- VALIDO, A. & M. NOGALES (1994). Frugivory and seed dispersal by the lizard *Gallotia galloti* (Lacertidae) in a xeric habitat of the Canary Islands. *Oikos* 70: 403-411.
- YANES-MARICHAL, N.R., A.F. FRANCISCO-SÁNCHEZ & M. MOLINA-BORJA (2017). Chemical discrimination of pesticide-treated grapes by lizards (*Gallotia galloti palmae*, Fam. Lacertidae). *Basic and Applied Herpetology* 31: 57-67.

Títulos previos de la colección
‘Actas Semana Científica Telesforo Bravo’



Actas de la Semana Homenaje a Telesforo Bravo
(2006) – 147 pp.
[ISBN 84-611-0482-X]

Jaime Coello Bravo - El hombre que hablaba con las piedras. Una visión de la vida de Telesforo Bravo.

Julio Afonso-Carrillo - Amenazas a la diversidad de plantas marinas por el desarrollo urbano en el litoral: el ejemplo de Puerto de la Cruz.

Aurelio Martín - Aportaciones de D. Telesforo Bravo al conocimiento de la fauna de vertebrados terrestres de las islas Canarias.

Lázaro Sánchez-Pinto - Don Telesforo y la Macaronesia.

Juan Jesús Coello Bravo - Telesforo Bravo y la teoría de los deslizamientos gravitacionales.



Reflexiones sobre una naturaleza en constante evolución
(2007) – 155 pp.
[ISBN 978-84-61189-571]

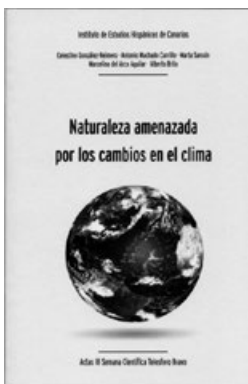
Luis Espinosa García - Recordando a Telesforo Bravo.

Joaquín Araujo - ¿Es compatible turismo y medio ambiente?

Octavio Rodríguez Delgado - El paisaje vegetal de Las Cañadas: su transformación por la intervención humana.

Guillermo Delgado - Colonización y evolución de vertebrados canarios: reptiles, aves y mamíferos.

Eustaquio Villalba - Evolución del conocimiento geológico de Tenerife.



Naturaleza amenazada por los cambios en el clima
(2008) – 147 pp.
[ISBN 978-84-61264-568]

Emilio González Reimers - Paleodieta y paleonutrición.

Antonio Machado Carrillo - Estudiando a los chascones, récord de biodiversidad en Canarias.

Marta Sansón - Arrecifes y manglares: ecosistemas en la frontera entre la tierra y el mar.

Marcelino del Arco Aguilar - La flora y la vegetación canaria ante el cambio climático actual.

Alberto Brito - Influencia del calentamiento global sobre la biodiversidad marina de las islas Canarias.



Misterios de la Gea. Descifrando los enigmas ocultos en rocas, gases, agua y fuego (2009) – 172 pp.
[ISBN 978-84-613-4817-6]

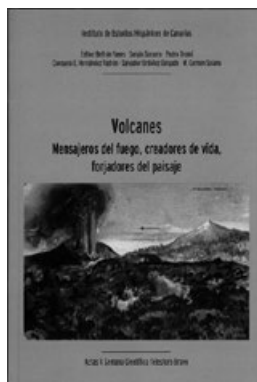
Francisco Anguita - Marte y la Tierra: historia de dos planetas.

Edelmira Luis Brito - Los recursos hídricos de La Caldera de Taburiente.

Antonio Eff-Darwich - Tenerife bajo las leyes de la física.

Esther Martín González - El legado paleontológico de nuestras islas: un patrimonio a conservar.

Nemesio M. Pérez - Emisiones difusas, dispersas y silenciosas de dióxido de carbono en los volcanes.



Volcanes. Mensajeros del fuego, creadores de vida, forjadores del paisaje (2010) – 156 pp.
[ISBN 978-84-614-3579-1]

Esther Beltrán Yanes - Conviviendo con volcanes en el Valle de Santiago: el paisaje de la comarca de Santiago del Teide antes de la erupción del Chinyero en 1909.

Segio Socorro - Cavidades volcánicas de Canarias. Tipos y génesis.

Pedro Oromí - La fauna subterránea de Canarias: un viaje desde las lavas hasta las cuevas.

Consuelo E. Hernández Padrón - El desconocido y sorprendente mundo de los líquenes que pueblan las lavas.

Salvador Ordóñez Delgado - Estudio de la erupción del Chinyero por Lucas Fernández Navarro, una investigación vulcanológica pionera.

M. Carmen Solana - Peligros asociados a las erupciones de Tenerife, su impacto y reducción en caso de erupción futura.



Biodiversidad. Explorando la red vital de la que formamos parte (2011) – 190 pp.
[ISBN 978-84-615-3089-2]

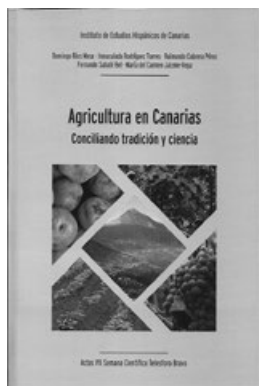
José María Landeira - Plancton: un universo marino diverso y desconocido.

Esperanza Beltrán Tejera - Los hongos: notables protagonistas en la biodiversidad canaria.

Leopoldo Moro, Juan José Bacallado y Jesús Ortea - Babosas marinas de las islas Canarias.

Wolfredo Wildpret de la Torre - Reflexiones sobre la biodiversidad canaria en el año internacional de la biodiversidad.

Javier Reyes - Sebadales: explosión de biodiversidad en desiertos de arena submarinos.



Agricultura en Canarias. Conciliando tradición y ciencia (2012) – 174 pp.
[ISBN 978-84-616-0641-2]

Domingo Ríos Mesa – Las papas antiguas de Canarias: origen y diversidad.

Inmaculada Rodríguez Torres – Patrimonio vitícola de Canarias.

Raimundo Cabrera Pérez – Control de plagas agrícolas: una historia de ida y vuelta.

Fernando Sabaté Bel – Recuerdos del futuro: la experiencia vernácula y la sostenibilidad.

María del Carmen Jaizme-Vega – La vida en el suelo. Papel de los microorganismos en la agroecología.



El Hierro. Nacimiento de un volcán (2013) – 179 pp.
[ISBN 978-84-616-5651-6]

Pedro Luis Pérez de Paz – El Hierro: volcán de naturaleza y melancolía.

Carlos Sangil – Cambios en la biodiversidad vegetal submarina del Mar de Las Calmas tras la erupción volcánica de La Restinga: una oportunidad para profundizar en el conocimiento de los ecosistemas marinos de Canarias.

Natacha Aguilar Soto, Mark Jonson, Patricia Arranz, Alejandro Escáñez, Cristina Reyes, Agustina Schiavi, Meter Madsen y Alberto Brito – Volcanes, zifios y otros valores naturales de las aguas profundas de El Hierro.

José Carlos Hernández y Sabrina Clemente – Reservas marinas, cambio climático y catástrofes naturales: el caso del Mar de Las Calmas en la isla de El Hierro.

Pedro A. Hernández – La erupción volcánica de El Hierro: la importancia de vigilar los volcanes.



Cien años de Don Tele. Celebrando y recordando al sabio y la persona (2014) – 157 pp.
[ISBN 978-84-617-1648-7]

Matilde Arnay de la Rosa – Las observaciones arqueológicas de un naturalista.

Antonio Galindo Brito – Metabolitos secundarios y defensas de las plantas.

Marcos Báez Fumero – Un paseo por los Parques Nacionales del mundo.

Isidoro Sánchez García – Telesforo Bravo, maestro de la convivencia.

Francisco Javier Coello Bravo – Telesforo Bravo, una vida a la búsqueda del agua.



Lanzarote. Naturaleza entre volcanes (2015) – 185 pp.
[ISBN 978-84-608-1557-0]

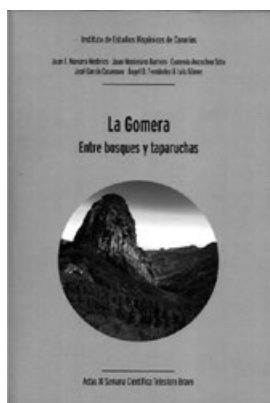
María Antonia Perera Betancort – Arqueología de Lanzarote. Particularidades insulares.

J. Alfredo Reyes Betancort – Las hijas de Lanzarote. Un paseo por su flora endémica.

Elena Mateo Mederos – La gestión del Patrimonio Geológico de Lanzarote.

Ana Carrasco Martín – Lanzarote, Reserva de la Biosfera: veintidós años de trayectoria y cambio de fase.

Silvia González Ruiz – El mar y los recursos marinos del Archipiélago Chinijo.



La Gomera. Entre bosques y taparuchas (2016) – 240 pp.
[ISBN 978-84-617-4752-8]

Juan Francisco Navarro Mederos – Arqueología en La Gomera: lo que va de ayer a hoy.

Juan Montesino Barrera – Los paisajes y la gente de La Gomera.

Eumenio Ancochea Soto – Evolución geológica de la isla de La Gomera.

José García Casanova – Tesoros botánicos de La Gomera.

Ángel B. Fernández y Luis Gómez – Qué son los bosques antiguos de laurisilva. Su valor y situación en Canarias.



Investigando el mar. Viaje al planeta agua (2017) – 202 pp.
[ISBN 978-84-697-6097-0]

Inés Galindo, Carmen Romero, Miguel Llorente, Juan C. Rubio, Juana Vegas, Nieves Sánchez y Gonzalo A. Díaz – Resultados preliminares del inventario de lugares de interés geológico submarinos del Geoparque Mundial UNESCO de Lanzarote y Archipiélago Chinijo.

Eladio Santaella Álvarez – La acuicultura en Canarias: situación y perspectivas. La acuicultura de túnidos.

Pablo Martín-Sosa – La pesca artesanal y la conservación de la biodiversidad: avances en la gestión integrada de la pesca y el medio ambiente en el mar de Canarias.

Ramiro Martel Reyes – El buceo en el Valle de La Orotava.

Francis Pérez – Una vuelta al mundo bajo el agua.

